

**MEJORAMIENTO DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
INDUSTRIA DE ESPUMAS Y SILLINES DE COLOMBIA S.A.U UTILIZANDO  
LA TÉCNICA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO**

**DIEGO ARMANDO VIVAS PINCAY**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**MEJORAMIENTO DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
INDUSTRIA DE ESPUMAS Y SILLINES DE COLOMBIA S.A.U UTILIZANDO  
LA TÉCNICA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO**

**DIEGO ARMANDO VIVAS PINCAY**

**Pasantía institucional para optar el título de  
Ingeniero Industrial**

**Director**

**GIOVANNI ARIAS**

**Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de ingeniero Industrial.**

**JOSÉ HARVEY JARAMILLO MILLER**  
\_\_\_\_\_  
**Jurado**

**GIOVANNI ARIAS**  
\_\_\_\_\_

**Director**

Santiago de Cali, 21 de Marzo de 2014

Dedico este trabajo a todas aquellas persona que de alguna u otra forma estuvieron en mi formación, pero en especial a mi mamá, quien con mucho esfuerzo pudo darme una carrera para mi futuro, y a pesar de todas las dificultades que hemos pasado siempre estuvo alentándome y apoyándome en las situaciones por las que he pasado.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>17</b>
<b>2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>22</b>
<b>2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>22</b>
<b>2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>22</b>
<b>2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>22</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>26</b>
<b>4.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>26</b>
<b>4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>26</b>
<b>5. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>27</b>
<b>5.1 MARCO TEORICO</b>	<b>27</b>
<b>6. CROQUIS DEL LUGAR DE TRABAJO</b>	<b>37</b>
<b>7. PRODUCTO O LÍNEA DE PRODUCCIÓN SELECCIONADA</b>	<b>38</b>
<b>7.1 ESPUMAS DE POLIURETANO PARA MOTOCICLETAS</b>	<b>38</b>
<b>7.2 INSUMOS O COMPONENTES DEL PRODUCTO</b>	<b>39</b>

<b>7.3 OTROS USOS</b>	<b>39</b>
<b>8. ESTUDIO DE MÉTODOS</b>	<b>40</b>
8.1 MÉTODO ACTUAL ESPUMAS	40
8.2 ESTUDIO DE TIEMPOS	53
8.3 TIEMPOS DE LA OPERACIÓN Y VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD	54
8.4 DETERMINAR NÚMERO DE MUESTRAS NECESARIAS	55
8.5 TIEMPO NORMAL DE LA OPERACIÓN	57
8.6 CALCULAR LOS SUPLEMENTOS	57
8.7 CALCULAR TIEMPO ESTANDAR	58
8.8 METODO MEJORADO ELABORACIÓN DE ESPUMAS	59
8.9 ESTUDIO DE TIEMPOS MEJORADO	71
8.10 TIEMPOS DE OPERACIÓN Y VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD.	72
8.11 DETERMINAR NÚMERO DE MUESTRAS NECESARIAS	73
8.12 TIEMPO OBSERVADO Y TIEMPO NORMAL DE LA OPERACIÓN	75
8.13 CALCULAR LOS SUPLEMENTOS	75
8.14 CALCULAR TIEMPO ESTANDAR MEJORADO	76
<b>9. CROQUIS MEJORADO DEL LUGAR DE TRABAJO</b>	<b>77</b>
<b>10. RESUMEN RESULTADOS ELABORACION DE ESPUMAS</b>	<b>78</b>
<b>11. INDICADORES</b>	<b>79</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>83</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Grafico comparación de la productividad ensamble de bobinas	19
Figura 2. Desglose del tiempo de trabajo	29
Figura 3. Plano de la Organización	37
Figura 4. Espumas para motocicleta	38
Figura 5. Sillín Dividido Boxer ct	39
Figura 6. Espuma dt 125	40
Figura 7. Diagrama de proceso de operaciones espuma	41
Figura 8. Diagrama de recorrido elaboración de espumas	42
Figura 9. Espuma ax 2005	60
Figura 10. Diagrama de operaciones mejorado para espuma	61
Figura 11. Diagrama de recorrido mejorado	62
Figura 12. Plano mejorado de la empresa	77
Figura 13. Bases metálicas	83
Figura 15. Tipos de forros	84
Figura 16. Forro dt 125	103

## LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1. Preguntas de fondo	31
Cuadro 2. Ejemplo Simbología	33
Cuadro 3. Cursograma analítico tipo operario	43
Cuadro 4. Cursograma analítico tipo material “Poliol”	44
Cuadro 5. Cursograma analítico tipo material “Isocianato”	45
Cuadro 6. Diagrama bimanual elaboración de espumas	46
Cuadro 7. Estudio de micromovimientos para el área de pesado	49
Cuadro 8. Diagrama de actividades múltiples método actual	51
Cuadro 9. Cuadro resumen diagrama actividades múltiples método actual	52
Cuadro 10. Dividir la tarea en elementos	53
Cuadro 11. Tiempos de operación y valoración	54
Cuadro 12. Tiempo observado y tiempo normal de la operación	57
Cuadro 13. Suplementos	57
Cuadro 14. Cursograma analítico tipo operario	63
Cuadro 15. Cursograma analítico tipo material “Poliol” mejorado	64
Cuadro 16. Cursograma analítico tipo material “Isocianato” mejorado	65
Cuadro 17. Diagrama bimanual mejorado	66
Cuadro 18. Estudio de micromovimientos para el área de pesado mejorado	68
Cuadro 19. Diagrama de actividades múltiples mejorado	69
Cuadro 20. Cuadro resumen diagrama de actividades múltiples.	70
Cuadro 21. Dividir la tarea en elementos	71
Cuadro 22. Tiempo Operación y valoración	72
Cuadro 23. Tiempo observado y tiempo normal de la operación	75
Cuadro 24. Resumen resultados elaboración de espumas	78



## LISTA ANEXOS

	Pág
Anexo 1. Base metálica para motocicleta	83
Anexo 2. Método actual bases metálicas	85
Anexo 3. Diagrama de proceso de operaciones bases metálicas	86
Anexo 4. Diagrama de recorrido bases metálicas	87
Anexo 5. Cursograma analítico tipo operario	88
Anexo 6. Cursograma analítico tipo material “Lamina Cold Rolled”	89
Anexo 7. Diagrama bimanual bases metálicas	90
Anexo 8. Estudio de micromovimientos para el área de perforación	98
Anexo 10. Método actual forros	102
Anexo 11. Diagrama de proceso de operaciones para forros sellado	104
Anexo 12. Diagrama de proceso de operaciones para forros estampado	105
Anexo 13. Diagrama de proceso de operaciones sellado y estampado	106
Anexo 14. Diagrama de recorrido elaboración de forros	107
Anexo 15. Cursograma analítico tipo operario corte de forros	108
Anexo 16. Cursograma analítico tipo operario sellado	109
Anexo 17. Cursograma analítico tipo operario costura	110
Anexo 18. Cursograma analítico tipo material	111
Anexo 19. Diagrama bimanual corte de forros	112
Anexo 20. Diagrama bimanual sellado	113
Anexo 21. Diagrama bimanual costura	115

<b>Anexo 22. Estudio de micromovimientos área de corte</b>	<b>116</b>
<b>Anexo 23. Estudio de micromovimientos área de sellado</b>	<b>117</b>
<b>Anexo 24. Estudio de micromovimientos área de costura</b>	<b>119</b>
<b>Anexo 25. Diagrama de actividades múltiples área de corte</b>	<b>120</b>
<b>Anexo 26. Diagrama de actividades múltiples de sellado</b>	<b>121</b>
<b>Anexo 27. Diagrama de actividades múltiples área de costura</b>	<b>122</b>
<b>Anexo 28. Estudio de tiempos bases metálicas</b>	<b>123</b>
<b>Anexo 29. Tiempos de la operación y valoración de la actividad</b>	<b>124</b>
<b>Anexo 30. Determinar número de muestras necesarias</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 31. Tiempo observado y normal de la operación</b>	<b>131</b>
<b>Anexo 32. Calcular los suplementos</b>	<b>132</b>
<b>Anexo 33. Calcular tiempo estándar</b>	<b>132</b>
<b>Anexo 34. Estudio de tiempos área de corte</b>	<b>133</b>
<b>Anexo 35. Tiempos de la operación y valoración de la actividad</b>	<b>134</b>
<b>Anexo 36. Determinar número de muestras necesarias</b>	<b>135</b>
<b>Anexo 37. Tiempo Observado y tiempo normal</b>	<b>137</b>
<b>Anexo 38. Calcular suplementos</b>	<b>137</b>
<b>Anexo 39. Calcular tiempo estándar</b>	<b>138</b>
<b>Anexo 40. Estudio de tiempos área de sellado</b>	<b>139</b>
<b>Anexo 41. Tiempos de la operación y valoración de la actividad</b>	<b>140</b>
<b>Anexo 42. Número de observaciones necesarias</b>	<b>141</b>
<b>Anexo 43. Tiempo Observado y tiempo normal de la operación</b>	<b>143</b>

<b>Anexo 44. Calcular suplementos</b>	<b>143</b>
<b>Anexo 45. Calcular Tiempo estándar</b>	<b>144</b>
<b>Anexo 46. Estudio de tiempos área de costura</b>	<b>144</b>
<b>Anexo 47. Tiempos de la operación y valoración de la actividad</b>	<b>145</b>
<b>Anexo 48. Determinar número de muestras necesarias</b>	<b>146</b>
<b>Anexo 49. Tiempo observado y tiempo normal</b>	<b>148</b>
<b>Anexo 50. Calcular los suplementos</b>	<b>148</b>
<b>Anexo 51. Calcular tiempo estándar</b>	<b>149</b>
<b>Anexo 52. Método mejorado bases metálicas</b>	<b>150</b>
<b>Anexo 53. Carta de procesos bases metálicas</b>	<b>151</b>
<b>Anexo 54. Diagrama de proceso de operaciones bases metálicas</b>	<b>152</b>
<b>Anexo 55. Diagrama de recorrido mejorado bases</b>	<b>153</b>
<b>Anexo 56. Cursograma analítico tipo operario</b>	<b>154</b>
<b>Anexo 57. Cursograma analítico tipo material “Lamina Cold rolled”</b>	<b>155</b>
<b>Anexo 58. Diagrama bimanual</b>	<b>156</b>
<b>Anexo 59. Estudio de micromovimientos para el área de perforación</b>	<b>162</b>
<b>Anexo 60. Diagrama de actividades múltiples mejorado bases metálicas</b>	<b>163</b>
<b>Anexo 61. Método mejorado forros</b>	<b>165</b>
<b>Anexo 62. Carta de proceso mejorada</b>	<b>166</b>
<b>Anexo 63. Diagrama de proceso de operaciones para forro sellado</b>	<b>167</b>
<b>Anexo 64. Diagrama de proceso de operaciones para estampado</b>	<b>168</b>
<b>Anexo 65. Diagrama de proceso de operaciones sellado y estampado</b>	<b>169</b>
<b>Anexo 66. Diagrama de recorrido mejorado</b>	<b>170</b>

<b>Anexo 67. Cursograma analítico tipo operario corte</b>	<b>171</b>
<b>Anexo 68. Cursograma analítico tipo operario sellado</b>	<b>172</b>
<b>Anexo 69. Cursograma analítico tipo operario costura</b>	<b>173</b>
<b>Anexo 70. Cursograma analítico tipo material</b>	<b>174</b>
<b>Anexo 71. Diagrama bimanual corte de forros</b>	<b>175</b>
<b>Anexo 72. Diagrama bimanual sellado</b>	<b>176</b>
<b>Anexo 73. Diagrama bimanual costura</b>	<b>178</b>
<b>Anexo 74. Estudio de micromovimientos área corte</b>	<b>179</b>
<b>Anexo 75. Estudio de micromovimientos área de sellado</b>	<b>180</b>
<b>Anexo 76. Estudio de micromovimientos costura</b>	<b>181</b>
<b>Anexo 77. Diagrama de actividades múltiples corte</b>	<b>182</b>
<b>Anexo 78. Diagrama de actividades múltiples sellado</b>	<b>183</b>
<b>Anexo 79. Diagrama de actividades múltiples costura</b>	<b>184</b>
<b>Anexo 80. Estudio de tiempos mejorado bases metálicas</b>	<b>185</b>
<b>Anexo 81. Tiempo de operación y valoración de la actividad</b>	<b>186</b>
<b>Anexo 82. Determinar número de muestras necesarias</b>	<b>188</b>
<b>Anexo 83. Tiempo observado y tiempo normal</b>	<b>193</b>
<b>Anexo 84. Calcular los suplementos</b>	<b>194</b>
<b>Anexo 85. Calcular tiempo estándar</b>	<b>194</b>
<b>Anexo 86. Estudio de tiempos mejora área de corte</b>	<b>195</b>
<b>Anexo 87. Tiempo observado y valoración de la actividad</b>	<b>196</b>
<b>Anexo 88. Determinar el número de muestras necesarias</b>	<b>197</b>

<b>Anexo 89. Tiempo observado y tiempo normal</b>	<b>199</b>
<b>Anexo 90. Calcular suplementos</b>	<b>199</b>
<b>Anexo 91. Calcular tiempo estándar</b>	<b>200</b>
<b>Anexo 91. Estudio de tiempos mejorado área de sellado</b>	<b>200</b>
<b>Anexo 92. Tiempo observado y valoración de la actividad</b>	<b>201</b>
<b>Anexo 93. Determinar número de muestras necesarias</b>	<b>202</b>
<b>Anexo 95. Tiempo normal de la operación</b>	<b>204</b>
<b>Anexo 96. Calcular suplementos</b>	<b>204</b>
<b>Anexo 97. Calcular tiempo estándar</b>	<b>205</b>
<b>Anexo 98. Estudio de tiempos mejorado área de costura</b>	<b>205</b>
<b>Anexo 99. Tiempo observado y valoración de la actividad</b>	<b>206</b>
<b>Anexo 100. Determinar número de muestras necesarias</b>	<b>207</b>
<b>Anexo 101. Tiempo normal de la operación</b>	<b>209</b>
<b>Anexo 102. Calcular suplementos</b>	<b>209</b>
<b>Anexo 103. Calcular tiempo estándar</b>	<b>210</b>
<b>Anexo 104. Cuadro resumen elaboración bases metálicas</b>	<b>210</b>
<b>Anexo 105. Cuadro resumen elaboración de forros</b>	<b>211</b>
<b>Anexo 106. Calculo de productividades</b>	<b>212</b>
<b>Anexo 107. Formato para indicadores</b>	<b>215</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo, se realiza una investigación de tres (3) procesos en la empresa Industria de Espumas y Sillines de Colombia S.A.U, la cual se dedica a la producción y comercialización de asientos para motos. El estudio se desarrolló utilizando la técnica del estudio del trabajo, la cual da herramientas necesarias para ver cómo se están realizando las operaciones de producción y sus respectivos tiempos, con lo que se obtiene una visión general de la empresa, para poder de esta manera reducir actividades ociosas, mejorar la forma empleada para realizar las tareas, disminuir distancias recorridas y tiempos, con lo que se logra aumentar la productividad de los trabajadores y de la empresa, dejando una forma normalizada para cada uno de los puestos de trabajo, por lo cual se crean indicadores de productividad para un mejor control de la producción personal y de esta manera actuar cuando se estén presentando deficiencias en la cantidad de producto terminado y calidad.

**Palabras Clave:** Estudio del trabajo, Métodos, tiempos, productividad, producción, calidad.

## INTRODUCCIÓN

Una de las áreas fundamentales en las empresas manufactureras es la sección de producción, si esta actividad se interrumpe la empresa deja de ser productiva, hoy en día ante la globalización y los continuos cambios del mercado, las empresas deben estar en la capacidad de satisfacer la demanda sin deteriorar la calidad de sus productos y teniendo en cuenta al trabajador como factor esencial.

La empresa Industria de espumas y sillines de Colombia (Idescol) S.A.U. no es ajena a esa realidad de los cambios que se presentan en los mercados, es por eso que se realiza este proyecto, donde se obtienen resultados contundentes de las áreas, y los procesos que están fallando, para de esta manera lograr darles solución.

Durante la elaboración del estudio de métodos, se encontró muchas falencias en la forma de desarrollar los diferentes procesos, cada vez se hacía de una forma distinta, o se estaban realizando de una manera muy artesanal, lo que generaba cansancio e incomodidad a los trabajadores, por lo que disminuían su ritmo de trabajo y esto llevaba a retrasos en la entrega de pedidos, disminución de la calidad de los productos.

Con el desarrollo de los nuevos métodos de trabajo, se logró que los trabajadores desarrollen su trabajo de una forma estandarizada, y con soluciones económicas que disminuyeran la forma tan artesanal que se realizaban las tareas, por lo cual la empresa reduce los tiempos de entrega de pedidos en un 73,33%, se pasa de entregar a treinta (30) días a ocho (8) días hábiles de trabajo, lo que se traduce en mayor confianza por parte de los clientes, y en un mejor flujo de caja para la empresa.

Se desarrolló igualmente un rediseño en la ubicación de los puestos de trabajo, siendo organizado de forma lineal, disminuyendo los recorridos realizados por los operarios, lo que ayuda a la reducción de los tiempos de fabricación y de la fatiga de los operarios, por lo cual su ritmo de trabaja mejora.

Se crearon indicadores de productividad que ayudan a realizar la planificación del trabajo, así como implementar medidas correctivas y preventivas en los procesos. De esta manera se logró establecer el cambio en la productividad de mano de obra

en cada uno de los procesos teniendo en cuenta cómo se realizaban antes las tareas y el nuevo método, encontrando que la productividad mano de obra para las espumas aumento un 40,63%, para el área de bases fue de un 50%, y para forros el aumento fue de un 200%, en las unidades terminadas por cada trabajador.

He aquí la importancia del mejoramiento de procesos utilizando la técnica del estudio del trabajo, con soluciones simples económicas y ajustadas al nivel de producción de la empresa se pueden obtener grandes beneficios tanto económicos como de la calidad del producto, lo que se traduce en satisfacción y confianza por parte de los clientes.



## 1. ANTECEDENTES

Los constantes cambios en el entorno industrial, la llegada de nuevas tecnologías y las crisis económicas mundiales, ha generado que las empresas sean más competitivas sin deteriorar su calidad en los productos ofrecidos, la única oportunidad que tienen las empresas de aumentar su rentabilidad es incrementar la productividad, lo que se traduce en que la producción debe alcanzar una mayor tasa por hora trabajada.

En función de lo anterior a continuación se relacionan una serie de empresas las cuales han desarrollado estudio del trabajo para mejorar las condiciones del proceso y de esta manera aumentar la productividad de la empresa.

FRIDVAL LTDA, es una empresa dedicada a la fabricación, mantenimiento y comercialización de refrigeradores necesarios para la conservación y exhibición de alimentos y bebidas. En años anteriores se presentó una falta de información, como los diagramas de proceso, capacidad de la planta, estándares de producción, visualización gráfica de los procesos, diagramas de flujo para el correcto funcionamiento de los procesos. Por este motivo la empresa decide realizar un estudio de métodos y tiempos para la elaboración e implementación de diagramas de proceso ajustados efectivamente a la productividad y a los estándares exigidos para la empresa.<sup>1</sup>

Identificado el problema se realizan los diagramas de flujo correspondientes a los procesos de los productos que tienen mejor salida en el mercado según la compañía, logrando de esta manera la toma y registro de los tiempos y movimientos, calculando los tiempos de ciclo de cada operación, la capacidad del proceso y el balanceo de línea.

“Con la implementación y puesta en marcha del estudio de métodos y tiempos la empresa logra generar técnicas de análisis que permiten identificar elementos u operaciones innecesarias, de esta manera se centra en la realización de mejoras en los procesos y con ello el éxito empresarial.”<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>QUINTERO, Vanessa. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos para la elaboración e implementación de diagramas de proceso ajustados efectivamente a la productividad y a los estándares exigidos para la empresa manufacturera de refrigeradores Fridval Ltda. 2008: No. 1. P.17.

<sup>2</sup>QUINTERO, Vanessa. Op. Cit., P.20

“Gracias al estudio de métodos y tiempos realizado en la empresa Fridval Ltda., se facilitó a la Alta Dirección, la organización del proceso productivo y la consecución de altos niveles de productividad, en la búsqueda de la eficiencia de los procesos y actividades que intervienen en ella.”<sup>3</sup>

C.I. Cobres de Colombia Ltda., empresa dedicada a la producción de bobinas, encontró que existía una carencia de información, de cómo se trabajaba en cada puesto de trabajo, cuáles eran los métodos utilizados para desempeñarse en cada labor requerida, además de la ausencia de tiempos de producción y productividad de cada estación de trabajo, datos esenciales para las empresas debido a que ayudan a la toma de decisiones respecto a los cambios que se deben realizar.

Por lo anterior los directivos de la empresa manifestaron la necesidad de realizar un estudio de métodos y tiempos para la planta de producción, en donde quedó registrado todo lo concerniente a métodos de trabajo, tiempos de proceso y productividad.

Se logró realizar mejoras en los procesos, en la figura 1 se observa la variación de la productividad en el ensamble de las bobinas, de acuerdo con el método actual y el mejorado, para este caso la mejora realizada fue “ la utilización de una mesa con rodillos que facilita la manipulación de las bobinas, además el operario lo realiza en una posición adecuada.”<sup>4</sup>

“A través de un análisis minucioso de los métodos, tiempos y productividad, se logró identificar mejoras en algunos procesos, con lo que se pudo establecer métodos de trabajo mejorados e incrementar la productividad de la empresa.”<sup>5</sup>

---

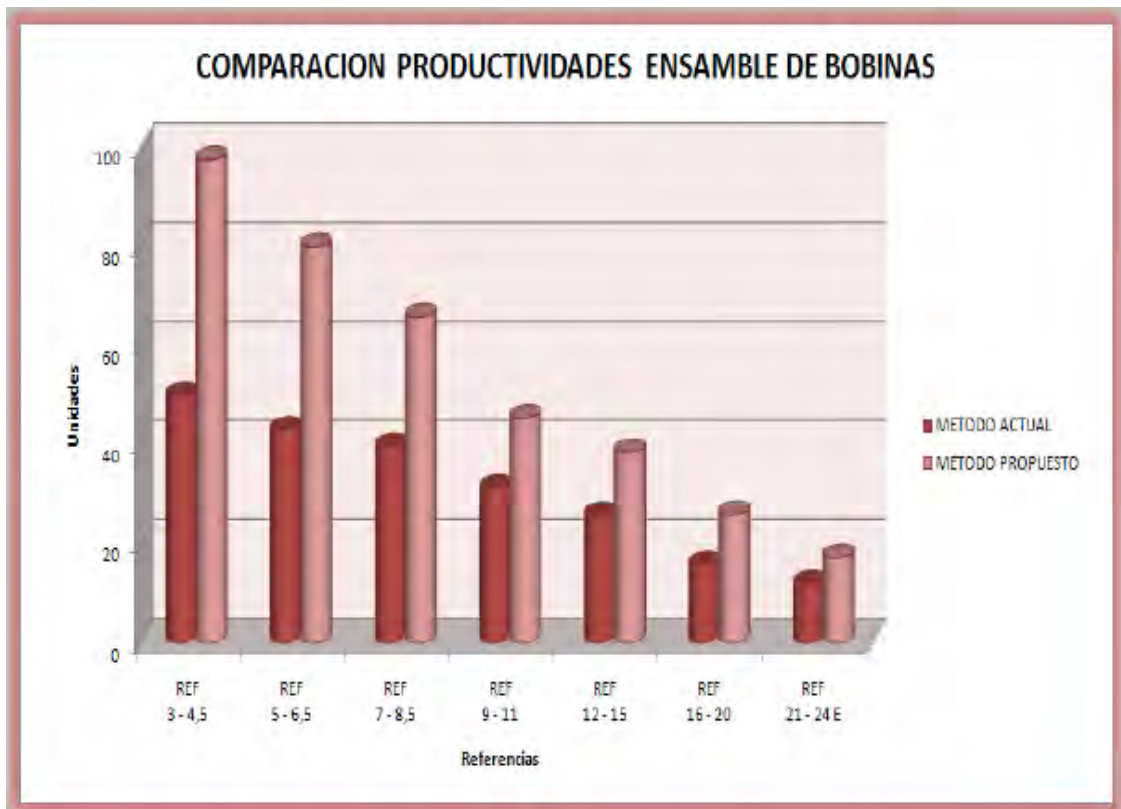
<sup>3</sup> QUINTERO, Vanessa. Op. Cit., P.84

<sup>4</sup> GONZÁLEZ, Francisco. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción C.I. Cobres de Colombia LTDA. División empaques de madera. 2010: No. 1. P72

<sup>5</sup> GONZÁLEZ, Francisco. Op. Cit., P79.

**Figura 1. Grafico comparación de la productividad en ensamble de bobinas**

ENSAMBLE DE BOBINAS		REF 3-4,5	REF 5-6,5	REF 7-8,5	REF 9-11	REF 12-15	REF 16-20	REF 21-24 E
	METODO ACTUAL	50	43	39	31	26	16	12
	METODO PROPUESTO	97	80	66	45	38	26	17



**Fuente:** GONZÁLEZ, Francisco. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción C.I. Cobres de Colombia LTDA. División empaques de madera. 2010: No. 1. P72.

G&L Ingenieros Ltda. es una empresa dedicada a prestar servicios de ingeniería eléctrica y a la fabricación y comercialización de tableros eléctricos, debido al crecimiento del sector industrial se evidenció la falta de un estudio de métodos y tiempos, y la problemática que enfrentó al programar su producción, debido a que es realizada de acuerdo a la experiencia del jefe de producción, afectando de manera directa los tiempos de entrega a los clientes; La falta de una determinación en los tiempos de producción ha llevado a que la empresa invierta en un proyecto de investigación, donde se analice cada una de “las actividades elaboradas en la empresa que afectan el proceso productivo, determinando los tiempos estándar de

producción y proponiendo una mejora en los métodos de trabajo en cada una de las actividades realizadas”.<sup>6</sup>

Como resultado del proyecto se determinaron los tiempos estándar de producción para cada uno de los productos lo que facilita la programación de la producción, el control y requisitos de mano de obra y maquinaria, además “se encontraron una serie de procesos improductivos en las labores desarrolladas en la planta, por lo tanto se elaboró una tabla donde se presenta un plan de acción para estos”<sup>7</sup>

ITC Ingeniería de plásticos industriales es una de las empresas más importantes, dedicada a la producción y comercialización de repuestos plásticos de ingeniería para maquinas embotelladoras.

La empresa presentaba problemas en la ejecución de su proceso productivo, ya que no existía estandarización en la producción, lo que daba como resultado falta de documentación e información para controlar el proceso, además los operarios eran quienes estimaban los tiempos de fabricación a su manera, justificando errores y demoras, es por este motivo que la compañía decide realizar un estudio de métodos y movimientos para estandarizar los procesos de la fábrica, y de esta forma medir, conocer y documentar las operaciones necesarias para la fabricación de los productos.<sup>8</sup>

La decisión de implementar mejoras en los métodos de trabajo y normalización de los procesos son herramientas que toda empresa debe tener si desea lograr un nivel de competitividad muy alto. “Estas herramientas permiten conocer, mejorar y medir los procesos productivos que se llevan a cabo en la empresa para poder estar al tanto del progreso en la productividad.”<sup>9</sup>

C. I. Metales y Derivados, es una empresa que con maquinaria y asesoría técnica italiana, se vinculó a la fabricación de joyas de oro, plata y platino para el mercado de exportación y nacional. Actualmente es el mayor fabricante y exportador de joyería en Colombia. Para cumplir con las metas que la empresa C.I. Metales y

---

<sup>6</sup> CARDONA, Luz y SANZ, Diego. Sobre métodos y tiempos. En: Proyecto propuesta de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción en la empresa G&L Ingenieros Ltda. 2007: No. 1. P13.

<sup>7</sup> Ibíd. P99.

<sup>8</sup> GONZALEZ, Fernando. Sobre estándares en procesos de fábrica e indicadores. En: Estandarización de procesos de fábrica y elaboración de indicadores de producción en la empresa ITC Ingeniería de plásticos industriales. 2009. P.18

<sup>9</sup> GONZALEZ, Fernando Op. Cit., P.90

Derivados S.A. se ha propuesto lograr, se debe de optimizar muchos de los procesos realizados para la consecución del producto terminado, mediante la mejor utilización de los recursos, máquinas, e instalaciones de la planta. La empresa se encuentra en proceso de certificación de la norma iso 9000 por lo que desean realizar un estudio de métodos y tiempos para normalizar sus procesos, además que consideran que los clientes perciben una mejor calidad y compromiso de la empresa hacia ellos.<sup>10</sup>

“El estudio de métodos y tiempos ayuda a cualquier tipo de industria, a encontrar muchas actividades innecesarias que no son tomadas en cuenta a simple vista”<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup>USTATE, Elkin. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A. 2007. P.7

<sup>11</sup>Ibíd. P.51

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El mundo globalizado en el cual se encuentra la empresa Industria de espumas y sillines de Colombia (Idescol) S.A.U. Exige cada día más en la calidad de los productos y servicios prestados, pero para poder cumplir a sus clientes es necesario la estructuración de una estrategia de operaciones, la cual se ha dejado a un lado por el afán de convertirse en una empresa competitiva y diferenciada en el mercado, por este motivo se ha dejado de tener en cuenta la planeación y capacidad, tanto del recurso humano como de la maquinaria.

La producción es organizada de una manera empírica, no existen políticas de producción, por lo que no hay planeación ni control, solo hasta el final de la semana se revisa lo producido y se organizan los pedidos para despacho, pero en muchas ocasiones se despacha la mercancía incompleta lo que genera inconformidad en los clientes.

Actualmente, la empresa Industria de espumas y sillines de Colombia S.A.U. tiene un desconocimiento de su actividad, no conoce los tiempos de producción de cada uno de sus productos, lo que lleva a no tener con claridad la capacidad en la cual se encuentra la planta, no se han normalizado procesos lo que conlleva a que en ciertas ocasiones se realicen los productos de distintas formas e incluso armar productos con piezas distintas, no existe la estandarización de los procesos. Lo anterior ha llevado a que se haga una promesa de entrega que no puede ser cumplida por falta de conocimiento de los tiempos y procesos, lo que ha ocasionado el retiro de algunos clientes.

### **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo se pueden mejorar los procesos de producción de la empresa industria de espumas y sillines de Colombia S.A.U utilizando la técnica del estudio del trabajo?

### **2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Analizando el estado actual de producción es posible realizar mejoras para incrementar la productividad de la empresa?

- ¿Determinando las causas que generan retardos en la producción, es probable reducir el número de reproceso?
- ¿Realizando un nuevo diseño de planta se solucionará la problemática de tiempos de transporte de operarios y material?

### 3. JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las condiciones del mercado en la actualidad la empresa quiere ser partícipe del crecimiento del sector, pero es claro que lo tiene que hacer de una manera organizada y no como se viene haciendo hoy en día.

Es por este motivo que la gerencia de la empresa Industria de sillines de Colombia S.A.U. Ha decidido realizar los estudios de métodos para de esta manera ver en que se está fallando, que se puede mejorar y como se puede incrementar la productividad de la empresa para lograr una mayor utilidad. De igual manera se busca estandarizar los procesos de producción y determinar los tiempos de producción de cada uno de los productos para poder realizar una adecuada planeación de la producción y cumplir con los tiempos de entrega prometidos a los clientes. Lo anterior teniendo como base fundamental el recurso humano, quienes se convierten en el corazón de la operación, por tal motivo la empresa busca generar ambientes adecuados de trabajo y condiciones favorables para que puedan desarrollar su labor de la mejor manera.

la elaboración del estudio de métodos y tiempos en la empresa Idescol S.A.U. permitirá a sus trabajadores realizar sus labores de forma estandarizada y sin temor a que lo que han hecho este malo, de esta forma se disminuirá su estrés, de acuerdo al análisis de ergonomía que se desarrolle, tendrán condiciones de trabajo mucho más favorables, lo que contribuirá a que ejecuten sus funciones en un ambiente tranquilo, se sentirán mejor física y mentalmente, ya que son valorados por la empresa como factor fundamental de la producción, lo que los predispone para realizar mejor su tarea. Tendrán claro que es lo que tienen que hacer y cuanto tienen que hacer.

La elaboración del estudio de métodos y tiempos permitirá a la empresa una mejor planeación de la producción y el establecimiento de los tiempos por lo que sus fechas de entrega serán más precisas lo que se traduce en confianza para el cliente, además de que encontrará productos con óptima calidad y no tendrá que estar haciendo devoluciones por la falta de la misma o por envíos de mercancía errónea.

El aumento de la productividad en la empresa Idescol S.A.U. generará el aumento de la calidad de vida de sus trabajadores, los cuales se sentirán en una empresa que los acoge y les brinda las herramientas para desempeñarse de la mejor manera, de esta forma los clientes intermedios y finales percibirán un producto con calidad y querrán consumirlo, lo que se traduce a que un cliente satisfecho siempre vuelve y trae a alguien más por lo que de esta manera la empresa seguirá creciendo y



abarcando nuevos mercados lo que se traduce en nuevos empleos y oportunidades para la sociedad.

La realización de este trabajo permite que el estudiante aplique los diferentes conocimientos adquiridos a través de las distintas asignaturas de la Ingeniería Industrial, de una forma práctica y estructurada, que lo hace crecer como profesional y persona.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Mejorar los procesos de producción de la empresa Industria de espumas y sillines de Colombia S.A.U. utilizando la técnica del estudio del trabajo, para reducir tiempos de operación y de esta forma cumplir con las fechas de entrega.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de los procesos de producción de la empresa, a través del estudio de métodos, que permita determinar el estado actual en términos de productividad.
- Realizar un estudio de tiempos de los procesos de producción, teniendo en cuenta las mejoras efectuadas en el estudio de métodos.
- Realizar una reubicación de puestos de trabajo, para reducir las distancias y tiempos de transporte de operarios y materiales.
- Generar indicadores de productividad, para una adecuada toma de decisiones.

## 5. MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 MARCO TEORICO

**5.1.1 Estudio del trabajo** “es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.”<sup>12</sup>

**5.1.2 Contenido básico del trabajo** es el tiempo que invierte una persona o máquina en obtener una unidad de producción en condiciones ideales, se mide en horas hombre y horas máquina.

**5.1.3 Contenido básico suplementario debido a deficiencias en el diseño del producto o cambios frecuentes en este** el anterior contenido suplementario se presenta debido a:

> **Deficiencia y cambios frecuentes en el diseño** el producto puede estar diseñado de manera que el número de piezas necesario para su correcta utilización no se encuentre estandarizado, lo que ocasiona aumento en los tiempos de producción, al igual que la falta de componentes que sean factor común en diversas referencias, esto lleva a que la producción se realice en lotes pequeños, por lo cual el tiempo de producción se aumenta, ya que existen más tiempos de alistamientos, cambios de herramientas y de moldes.

> **Desecho de materiales** el diseño del producto puede llevar a que sea necesario pulirlo mediante la utilización de diferentes técnicas, una cantidad excesiva de material y de esta forma darle el acabado definitivo al producto. Por este motivo aumenta el tiempo de ejecución de la tarea y el desperdicio de materiales.

> **Normas incorrectas de calidad** existen algunas normas de calidad que carecen de equilibrio en los procesos productivos, en algunos casos se realizan malas inspecciones, por lo cual se asigna para cada estación de trabajo una persona, pero esto genera altos costos y tiempos, por otro lado se suele utilizar una persona al final, pero tampoco da los resultados esperados porque puede llegar dañada toda la producción.

---

<sup>12</sup> KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Ginebra 1996, p 9.

**5.1.4 Contenido básico suplementario debido al proceso** se atribuye a los defectos que se puedan tener respecto a los métodos de producción, es decir movimientos innecesarios tanto de los individuos, equipo y materiales.

> **Mala utilización y disposición de la planta** se debe buscar recorrer las mínimas distancias.

> **Manejo de materiales** entre menos tiempo la persona tenga contacto con el producto será mejor porque se evita la contaminación de los materiales y de esta manera la del producto terminado.

> **Interrupciones frecuentes** esto se ve reflejado cuando se va a cambiar de referencia constantemente, como por ejemplo cambio de moldes lo que genera un aumento en el tiempo de producción.

**5.1.5 Contenido básico suplementario debido a las personas** los trabajadores de una organización pueden incidir voluntaria o involuntariamente en el tiempo de ejecución de las operaciones en un sistema productivo.

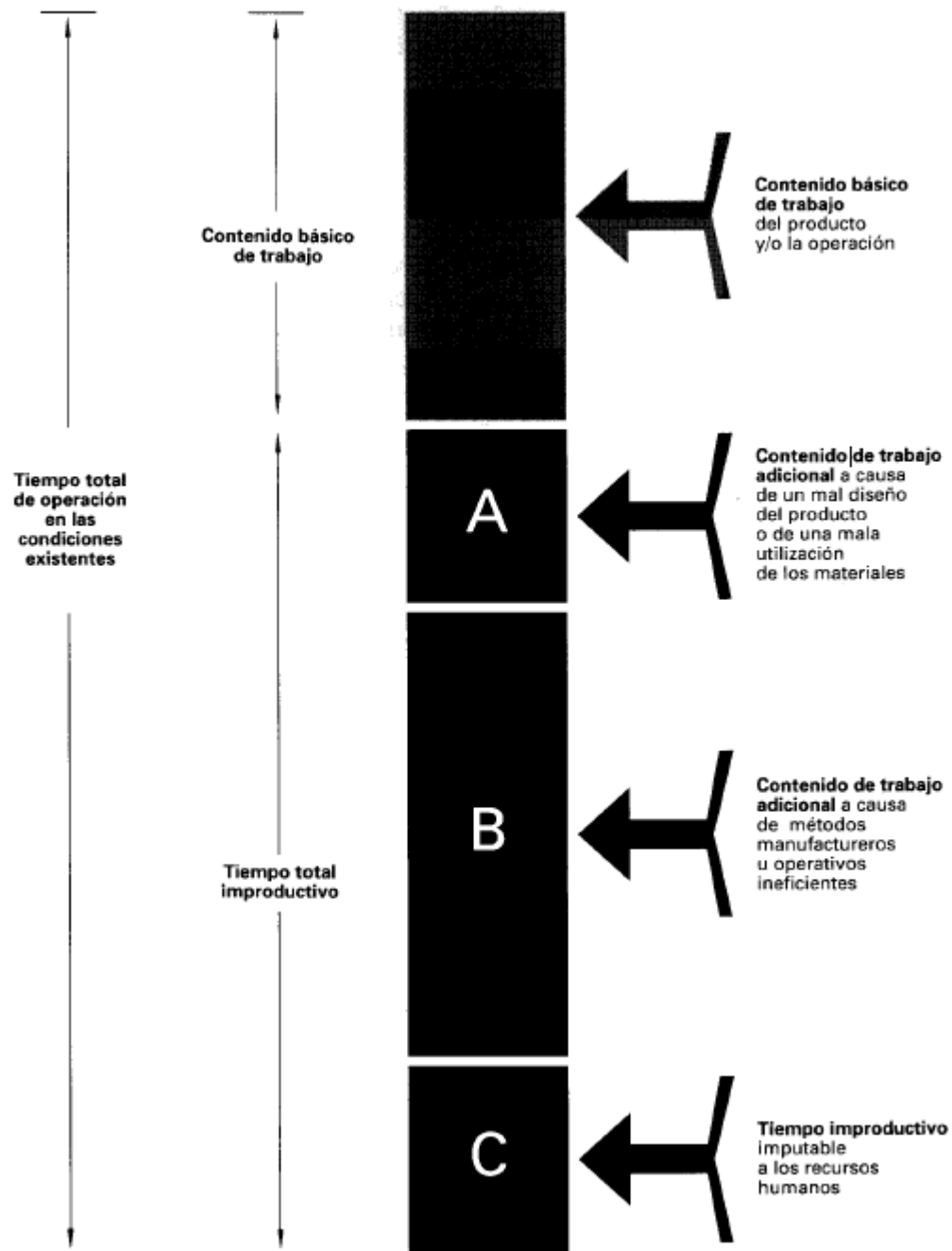
> **Ausentismo y falta de puntualidad** es generado regularmente por un clima laboral inestable, inseguro y en el cual no se establecen o se omiten voluntariamente las responsabilidades.

> **Mala ejecución del trabajo** es el resultado de la inexistencia de trabajadores calificados, a la falta de capacitación y entrenamiento.

> **Riesgos laborales** la seguridad e higiene industrial son fundamentales ya que de ahí depende la integridad de las personas, cuando estos riesgos son elevados se transmiten en el ausentismo del trabajador por enfermedad profesional o accidentes de trabajo.

A continuación se muestra un desglose del tiempo de trabajo:

**Figura 2. Desglose del tiempo de trabajo**



**Fuente:** KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Ginebra 1996, p 10.

**5.1.6 Técnicas del estudio del trabajo** el estudio del trabajo como método sistemático comprende varias técnicas que se encargan del cumplimiento de objetivos específicos en busca de alcanzar el general que es la optimización de la productividad, estas técnicas son:

**5.1.7 Estudio de métodos** es realizar un examen crítico para simplificar el trabajo y eliminar tiempos suplementarios, con el fin de aumentar la productividad.

**5.1.8 Medición del trabajo:** “es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”<sup>13</sup>

**5.1.9 Procedimiento básico para el estudio del trabajo:** El estudio del trabajo está constituido por ocho etapas las cuales se definen a continuación.

- **Seleccionar** el trabajo o proceso que se va a estudiar.
- **Registrar** o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponer de los datos de una manera clara para analizarlos.
- **Examinar** los hechos registrados con espíritu crítico, Que, donde, como, quien.

A continuación encontramos el cuadro 1, el cual muestra las preguntas de fondo, y para qué sirve cada una dentro del proceso, es decir para eliminar partes innecesarias del trabajo, combinar y ordenar operaciones y simplificar los procesos de ahí la importancia de estas para una buena ejecución del trabajo.

---

<sup>13</sup> FRANCESS, Castanyer. Sobre los medios de registro. En: Control de métodos y movimientos. España. 1993. No. 1 P.28

## Cuadro 1. Preguntas de fondo

PREGUNTAS DE FONDO		
<b>PROPÓSITO</b>	Que <b>otra cosa</b> podría hacerse? Que <b>debería</b> hacerse ?	ELIMINAR partes inecesarias del trabajo
<b>LUGAR</b>	En que <b>otro lugar</b> podría hacerse? <b>Donde debería</b> hacerse ?	COMBINAR siempre que sea posible u ORDENAR de nuevo la sucesión de las operaciones para obtener mejores resultados
<b>SUCESIÓN</b>	Cuando <b>podría</b> hacerse? Cuando <b>debería</b> hacerse ?	
<b>PERSONA</b>	Que <b>otra persona</b> podría hacerlo? Quien <b>debería</b> hacerlo ?	
<b>MEDIOS</b>	De que <b>otro modo</b> podría hacerse? Como <b>debería</b> hacerse ?	SIMPLIFICAR la operación

**Fuente:** procedimiento básico para el estudio del trabajo [en línea]. Facultad de ingeniería Universidad de Buenos Aires. [Consultado marzo 24 de 2013]. Disponible en: <http://materias.fi.ubar.ar/7628/Produccion2Texto.pdf>

- **Establecer** métodos más económicos con el aporte de los interesados.
- **Evaluar** los resultados obtenidos con el nuevo método, y establecer el tiempo correspondiente.
- **Definir** el nuevo método y su tiempo correspondiente y presentarlo a todas las personas a quienes concierne.
- **Implantar** el nuevo método, y establecer procedimientos de control.
- **Controlar** la aplicación del nuevo método siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

**5.1.10 Etapas del estudio de métodos** al igual que el estudio del trabajo, el estudio de métodos es sistémico y se rige por unas etapas que permiten analizar los componentes del proceso productivo. Las etapas son las siguientes:

> **Seleccionar** el trabajo que se ha de estudiar y definir sus límites.

> **Registrar** por observación directa los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas todos los datos adicionales necesarios.

> **Examinar** de forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, su propósito, el lugar en el que se realiza, la secuencia y los métodos utilizados.

➤ **Establecer** el método más práctico, económico y eficaz.

> **Evaluar** las diferentes opciones para establecer un nuevo método comparando la relación costo eficacia entre el nuevo método y el actual.

> **Definir** el nuevo método de forma clara y presentarlo a todas las personas a quienes pueda concernir.

> **Implantar** el nuevo método como una práctica normal y capacitar a todas las personas que han de utilizarlo.

> **Controlar** la aplicación del nuevo método e implantar procedimientos adecuados, para evitar retomar el método anterior.

**5.1.11 Cursograma sinóptico del proceso** es una representación gráfica que muestra la secuencia de actividades dentro de un proceso desde la llegada de materia prima hasta el empaque del producto terminado. Tiene la información necesaria para realizar los análisis, como distancias recorridas, cantidades y tiempo requeridos.

**5.1.12 Diagrama de flujo de proceso** es una representación gráfica de las operaciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso.



**Cuadro 2. Ejemplo Simbología**

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

**Fuente:** procedimiento básico para el estudio del trabajo [en línea]. Facultad de ingeniería Universidad de Buenos Aires. [Consultado marzo 24 de 2013]. Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7628/Produccion2Texto.pdf>

**5.1.13 Estudio de tiempos** es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

**5.1.14 Material fundamental para el estudio de tiempos** Para llevar a cabo un buen estudio de tiempos, es importante utilizar los elementos necesarios obteniendo así los resultados más óptimos. Estos elementos son:

> **Cronometro.** Se usa para el estudio de tiempos y existen dos tipos de cronómetros. El mecánico y el electrónico.

> **Tablero de observaciones.** Un tablero liso de madera o plástico, apropiado para fijar formularios donde se anotan las respectivas observaciones.

> **Formatos para el estudio de tiempos.** Son formatos realizados por la persona encargada de efectuar el estudio, con el fin de registrar códigos, descripciones de elementos, duración de elementos, notas explicativas entre otros.

**5.1.15 Etapas del estudio de tiempos** Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, Las etapas son las siguientes:

- > Obtener y registrar la información acerca del trabajo seleccionado y de su entorno.
- Descripción completa del método descomponiéndola en elementos.
- Examinar el método utilizado.
- Medir con un instrumento apropiado el tiempo correspondiente a cada elemento.
- Simultáneamente establecer el sistema o valoración a cada elemento.
- Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
- Calcular los suplementos.
- Determinar el tiempo estándar.

**5.1.16 Elemento** es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis. Existen varios tipos de elementos, repetitivos, casuales, constantes, variables, manual, mecánico, dominantes, extraños.

**5.1.17 Ciclo de trabajo** Sucesión de elementos necesarios para realizar una tarea u obtener una unidad de producción.

**5.1.18 Trabajador calificado** es aquel que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

**5.1.19 Número de observaciones a cronometrar** En la técnica del estudio de tiempos se debe calcular el número de observaciones necesarias para medir el tiempo de los elementos que intervienen en una tarea.

> El método de la fórmula es una técnica estadística donde se toma una muestra preliminar y se aplica la siguiente expresión:

$$N = \left( \frac{40 \times \sqrt{\left( (n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2 \right)}}{\sum X} \right)^2$$

Dónde: N: Tamaño de la muestra que se desea determinar

n: Número de observaciones del estudio preliminar

X: Valor de las observaciones}

Para la anterior expresión se trabaja con un nivel de confianza del 95,45% y un nivel de precisión del 5%.<sup>14</sup>

**5.1.20 Valoración** es un proceso en el que el analista compara la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propio concepto de actuación normal, es decir cuál es el tiempo que el trabajador calificado puede mantener y que sirva de base realista para la planificación y control.

**5.1.21 Suplemento** es el tiempo que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea. Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- > Suplementos por retrasos personales
- > Suplementos por retrasos por fatiga (descanso)
- > Suplementos por retrasos especiales.

---

<sup>14</sup>KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Ginebra 1996, p 300.

**5.1.22 Norma británica** la escala más reciente 0 – 100, tiene ciertas ventajas importantes que la han hecho adoptar. En dicha escala 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del trabajador calificado.

**5.1.23 Tiempo estándar** el tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollado con una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

**5.1.24 Tiempo observado** es el tiempo que determina el observador con el tiempo cronometrado de cada actividad, determinando el tiempo de cada ciclo, se determina al promediar los tiempos de ciclos, se representa como  $T_o$ .

**5.1.25 Tiempo normal** se conoce como el tiempo en que el operario tarda en realizar una operación sin ninguna prisa o retraso, se representa como  $TN$ .<sup>15</sup>

$$TN = \frac{TO \times V}{100}$$

Dónde: **TO** es el Tiempo Observado.

**V:** Factor de actuación o valoración

**5.1.26 Balanceo de línea** “El principio de la división de la mano de obra, cuando se aplica el armado a gran escala de artículos manufacturados, toma la forma de la línea de montaje progresivo. El trabajo se divide en tareas individuales, se asigna en la línea a operarios consecutivos y a medida que el producto se mueve a lo largo de ella, cada uno le agrega su contribución de trabajo. El proceso de distribuir el trabajo de montaje entre los operarios, se conoce con el nombre de balanceo o equilibrio de línea.”<sup>16</sup>

---

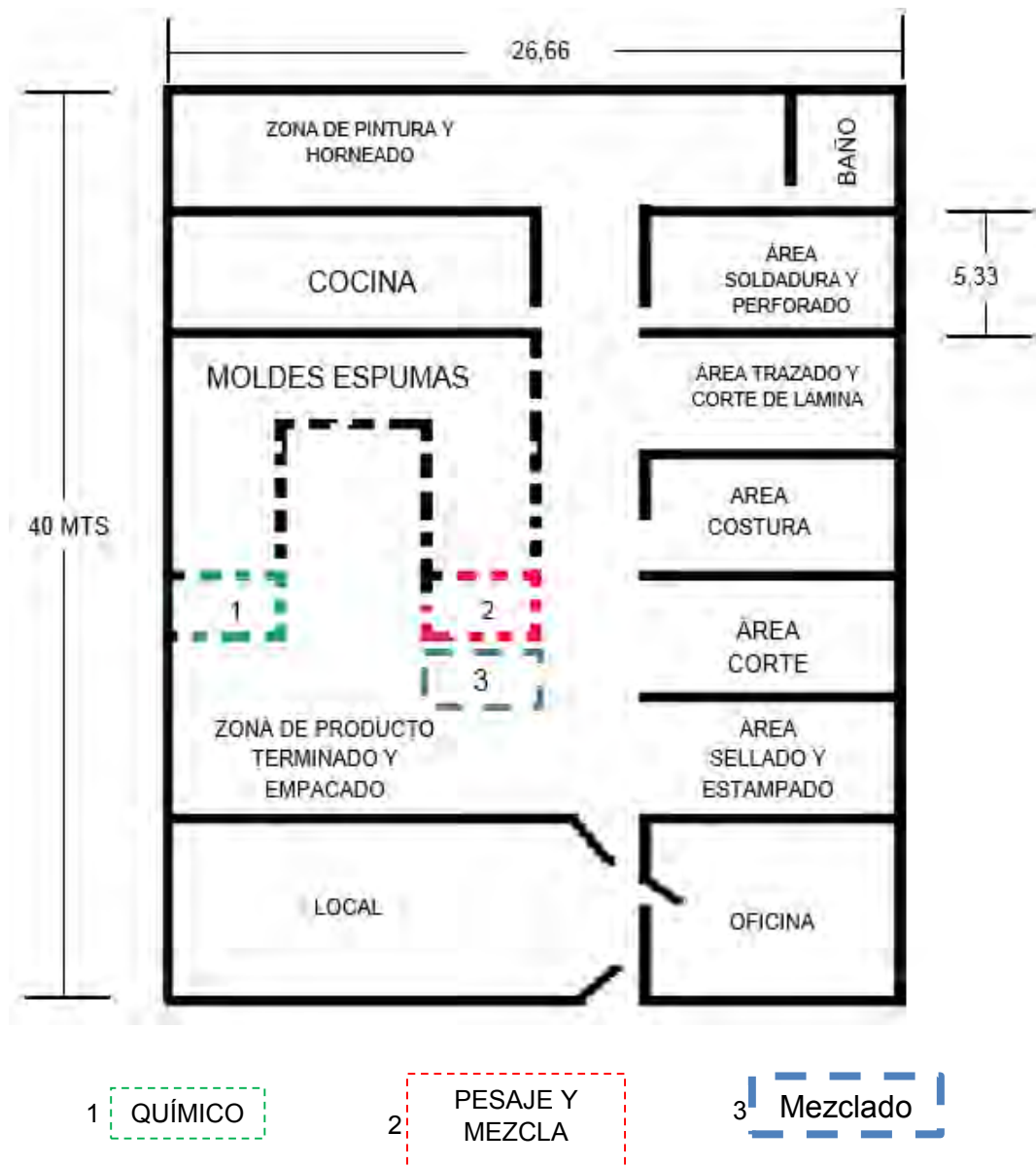
<sup>15</sup> NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 ed. México: Ed. Alfaomega, 2004. 745 p. ISBN 958682-539-6

<sup>16</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo: Medición del trabajo. México: McGraw-Hill. Interamericana de Editores S.A. 1998. P. 268

## 6. CROQUIS DEL LUGAR DE TRABAJO

A continuación se observa la distribución en planta de la empresa, en esta se muestra los espacios y ubicaciones de cada una de las áreas para poder visualizar que cambios se pueden realizar en las posiciones de los puestos de trabajo, para reducir distancias recorridas, lo que ayuda a disminuir la fatiga de los operarios y disminuir tiempos de operación.

**Figura 3. Plano de la Organización**



## 7. PRODUCTO O LÍNEA DE PRODUCCIÓN SELECCIONADA

### 7.1 ESPUMAS DE POLIURETANO PARA MOTOCICLETAS

Las espumas están dirigidas a los motociclistas, para brindarle una mayor comodidad, las espumas de las motos con el uso continuo van perdiendo densidad, dependiendo de las condiciones ambientales de la ciudad se desgastan, es por eso que muchos motociclistas cambian por lo menos unas vez al año la espuma de sus motos.

**Figura 4. Espumas para motocicleta**



**Fuente:** en la parte superior se encuentra una espuma denominada larga perteneciente a la moto Yamaha Rx115. En la parte inferior es una espuma corta para la moto Suzuki Fr80 delantero. Base documental Idescol s.a.u. Santiago de Cali 2013.

## 7.2 INSUMOS O COMPONENTES DEL PRODUCTO

Para la elaboración de la espuma de poliuretano, se necesitan dos (2) tipos de químicos denominados genéricamente poliol e isocianato. La mezcla en condiciones adecuadas de estos dos componentes proporciona una espuma de rigidez variable, según la proporción de cada uno de los dos productos que se haya utilizado.

## 7.3 OTROS USOS

La espuma de poliuretano es un material muy versátil, ya que según los aditivos y los sistemas de fabricación utilizados se pueden conseguir espumas de poliuretano de distintas características, y destinadas a usos muy diferentes. Desde los bien conocidos bloques de espuma elástica para colchones hasta espumas casi rígidas para juguetería, calzado.

La espuma de poliuretano es un producto utilizado hoy en día en multitud de procesos industriales, debido a sus infinitas aplicaciones: industria del automóvil como volantes, alerones, asientos, salpicaderos, suelas de calzado, muebles, moldes para obtención de prótesis en ortopedia, aislamientos, etc.

**Figura 5. Sillín Dividido Boxer ct**



**Fuente:** Sillín completo dividido bóxer ct. Base documental Idescol s.a.u. Santiago de Cali 2013.

## 8. ESTUDIO DE MÉTODOS

### 8.1 MÉTODO ACTUAL ESPUMAS

**8.1.1 Carta de proceso espumas:** Para la realización de las espumas se cuenta con dos (2) químicos, polioli e isocianato, estos llegan a la empresa en tinajas, pero para un mejor manejo al final de cada día el operario saca en envases plásticos más pequeños de dos litros aproximadamente y manejables, el químico para empezar una nueva jornada de trabajo. De acuerdo con la referencia de la espuma deseada a sí mismo se pesa cada uno de los químicos, es decir que se cuenta con una pesa gramera para dicho proceso, y con muchos envases reciclados de límpido para transferir los químicos y hacer las mezclas, se pesa e polioli y en un recipiente aparte se pesa el isocianato, este proceso dura aproximadamente de tres a cuatro minutos, a continuación el isocianato es agregado al polioli y son llevados a un taladro de árbol en el cual se mezclan los dos químicos por aproximadamente de veinte a treinta segundos, produciendo una reacción exotérmica, en la cual se generan una serie de enlaces entre los dos componentes, creando una estructura sólida, uniforme y resistente. El calor desprendido en la reacción se utiliza para evaporar un agente hinchante que al expandirse rellena las celdillas o burbujas que se forman, obteniéndose así un producto sólido de estructura celular con un volumen superior al que ocupaban los productos originarios, después la mezcla es llevada a su respectivo molde, al cual previamente (antes de pesar) le ha sido aplicado una capa de desmoldante, dependiendo del tipo de espuma (Larga o corta) así mismo dependerá su tiempo en el molde aproximadamente de unos ocho minutos para las cortas y doce minutos para las largas, después son sacadas del molde, luego es removida la rebaba y lo recomendado es dejarlas un día a la intemperie para luego ser empacadas, pero en la gran mayoría de las veces se empacan y se embalan el mismo día. Ver Figura 10.

**Figura 6. Espuma dt 125**

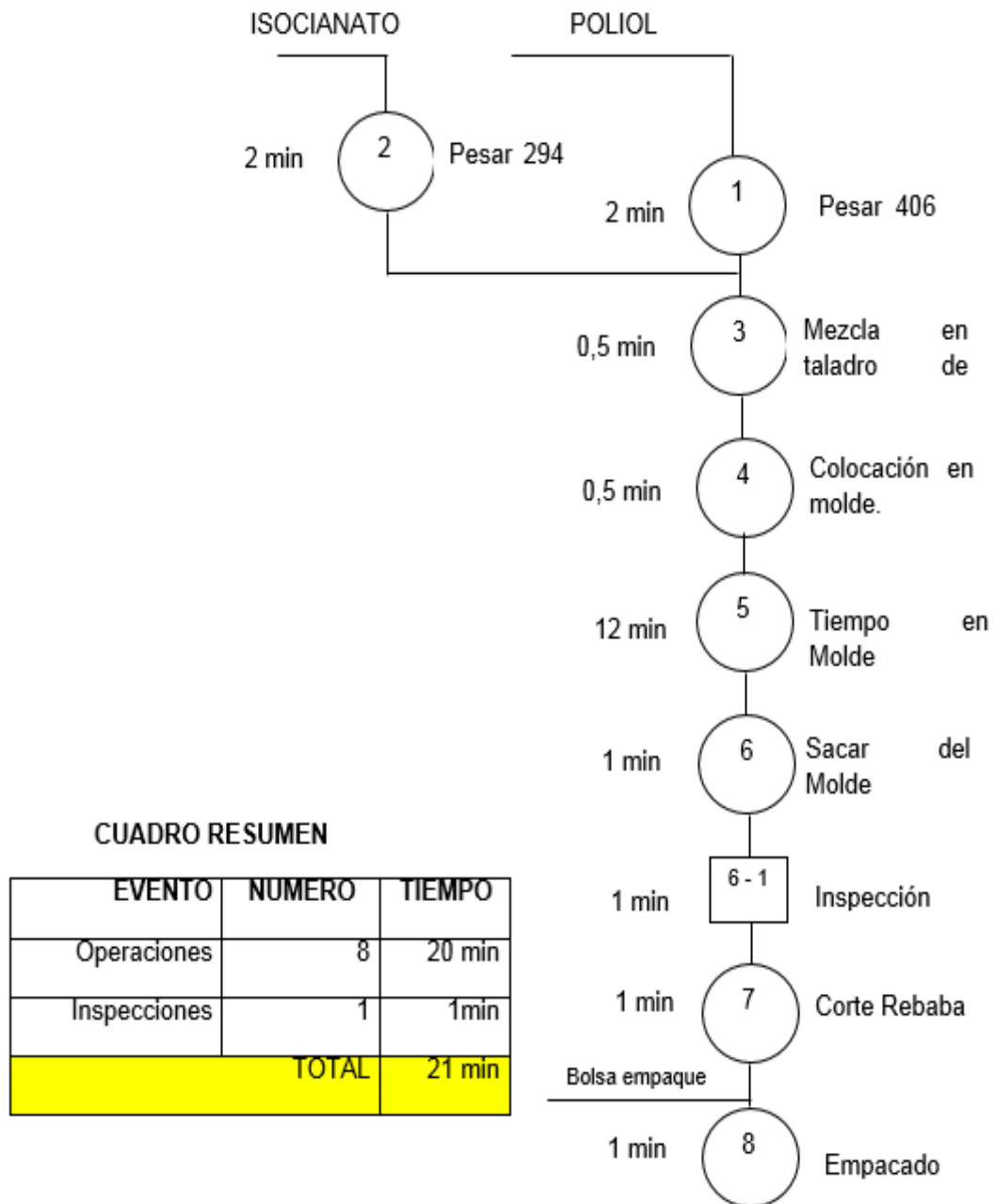


**Fuente:** Espuma dt 125. Base documental Idescol s.a.u. Santiago de Cali 2013



### 8.1.2 Diagrama de proceso de operaciones espuma

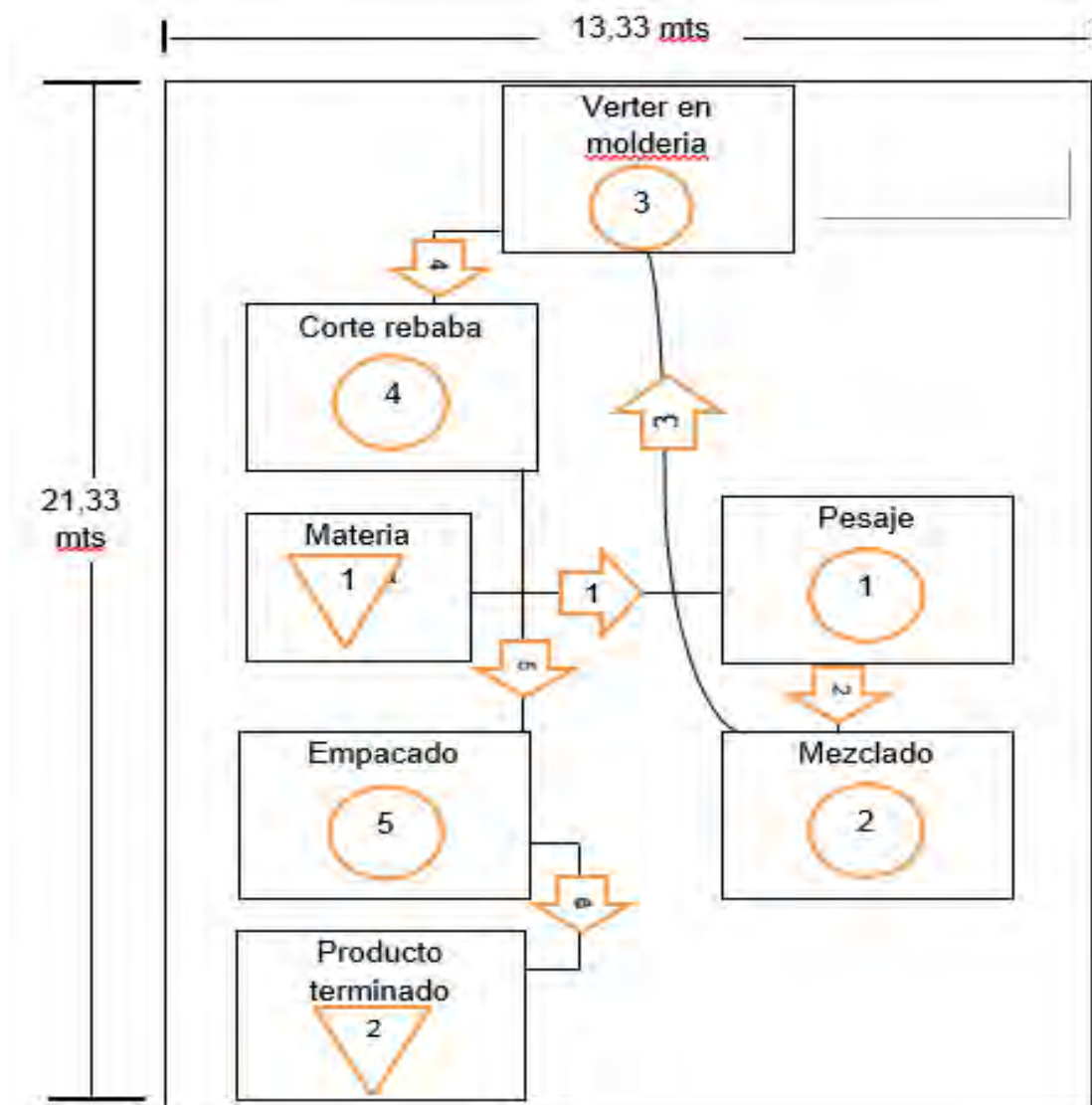
Figura 7. Diagrama de proceso de operaciones espuma



### 8.1.3 Diagrama de recorrido elaboración de espumas

Figura 8. Diagrama de recorrido elaboración de espumas

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U		
<b>Operación:</b>	Elaboración de espumas		
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay		
<b>Fecha:</b>	16/08/2013		
<b>Método:</b>	Actual	Mejorado	



### 8.1.4 Cursograma analítico tipo operario

**Cuadro 3. Cursograma analítico tipo operario**

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	7	8				
	4	2.2				
	0					
	1	1				
	1	1				
Distancia	25 mts		mts		mts	

Método actual

Operación: Elaboración de espumas

Empieza: Área Pesado

Termina: Almacenamiento

Elaboró: Diego Vivas

Fecha: 20/08/13

Método mejorado









Cursograma Analítico tipo













Material Operario

ACTIVIDAD	SÍMBOLO					CANTIDAD (gr)	TIEMPO (min)	PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
	OPERACION	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCION	ALMACENAMIENTO			QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
								COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
Pesar poliol						2								
Pesar isocianato						2								
A taladro de árbol						0,5								
Mezclar en taladro de árbol						0,5								
A molde						0,5								
Colocar en molde						0,5								
Sacar del molde						1								
Revisar						1								
Cortar Rebaba						1								
A zona de empaque						0,8								
Empacar						1								
A Zona de producto terminado						0,8								
Almacenamiento						1								

### 8.1.5 Cursograma analítico tipo material “Poliol”

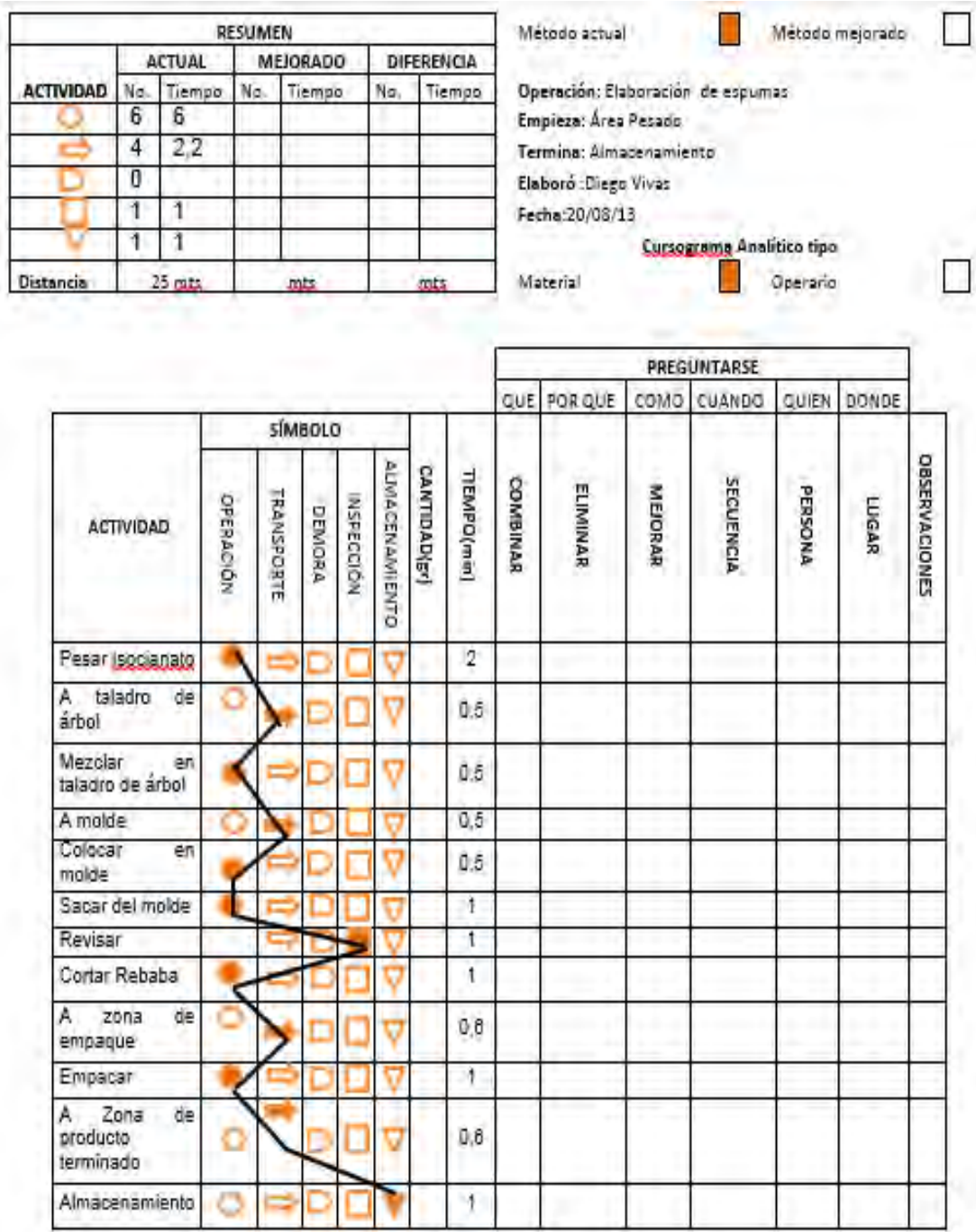
**Cuadro 4. Cursograma analítico tipo material “Poliol”**

RESUMEN							Método actual		Método mejorado	
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA		Operación: Elaboración de espumas. Empieza: Área Pesado Termina: Almacenamiento Elaboró: Diego Vivas Fecha: 20/08/13			
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo				
	6	6					Cursograma Analítico tipo			
	4	2,2								
	0									
	1	1								
	1	1								
Distancia	25 mts		mts		mts		Material		Operario	

		PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
		QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
	OPERACIÓN TRANSPORTE DEMORA INSPECCIÓN ALMACENAMIENTO							
Pesar poliol								
A. taladro de árbol								
Mezclar en taladro de árbol								
A molde								
Colocar en molde								
Sacar del molde								
Revisar								
Cortar Rebaba								
A zona de empaque								
Empacar								
A Zona de producto terminado								
Almacenamiento								

### 8.1.6 Cursograma analítico tipo material “Isocianato”

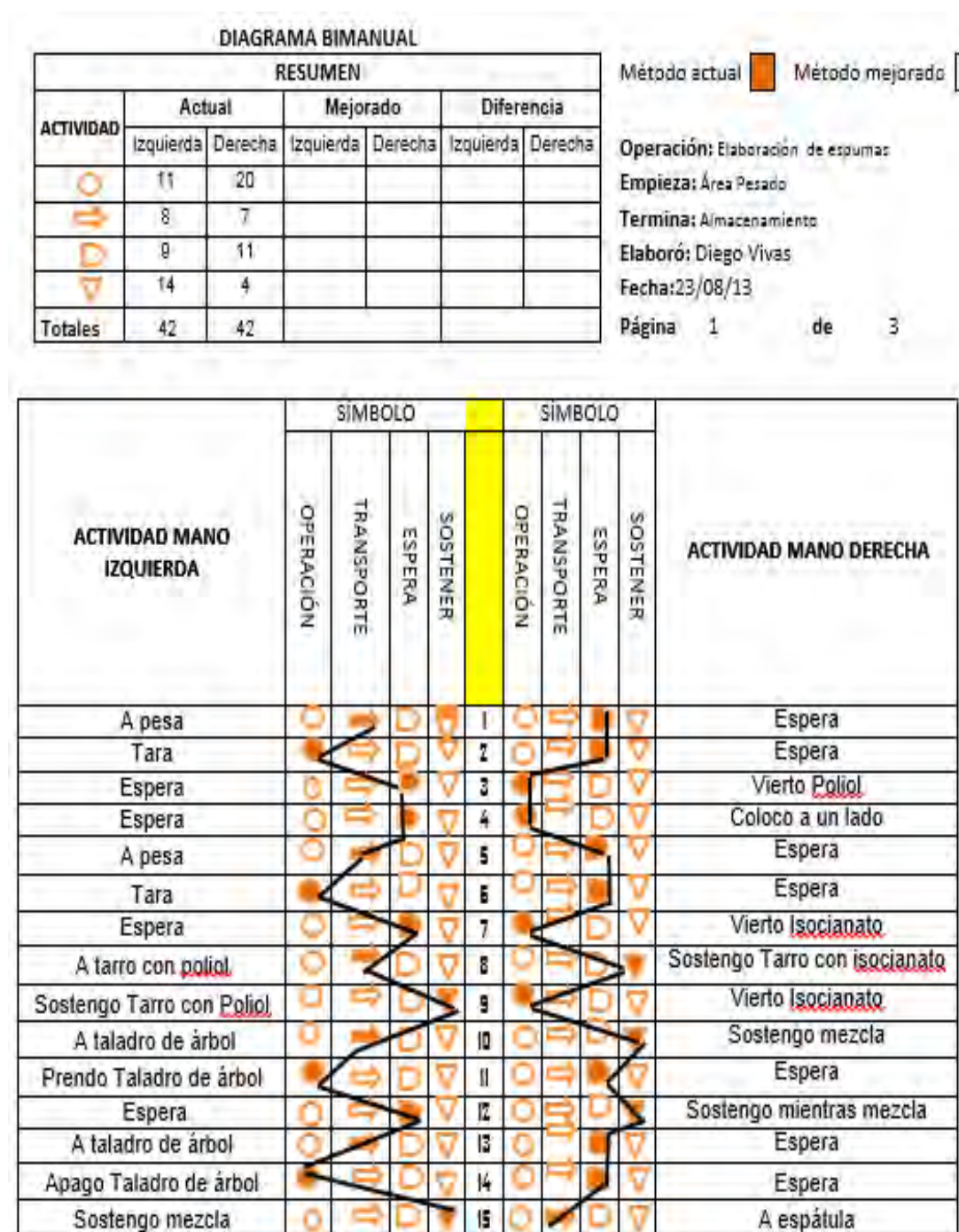
**Cuadro 5. Cursograma analítico tipo material “Isocianato”**





### 8.1.6 Diagrama bimanual

**Cuadro 6. Diagrama bimanual elaboración de espumas**



**Cuadro 6. (Continuación)**

Método: Actual Pagina 2 de 3

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SIMBOLO				SIMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Espera	○	→	○	▽	16	○	→	▽	Agarro espátula
Vierdo en molde	○	→	○	▽	17	○	→	▽	Saco toda la mezcla
Sostengo tarro libre	○	→	○	▽	18	○	→	▽	Coloco espátula en tarro libre
Coloco al lado del molde el tarro con espátula	○	→	○	▽	19	○	→	▽	a tapa molde
A broche molde	○	→	○	▽	20	○	→	▽	Baja molde
Cierro broche	○	→	○	▽	21	○	→	▽	Cierro broche
Espera	○	→	○	▽	22	○	→	▽	Cierro broche
Espera	○	→	○	▽	23	○	→	▽	Espera
A broche molde	○	→	○	▽	24	○	→	▽	A broche molde
Abro broche	○	→	○	▽	25	○	→	▽	Abro broche
Espera	○	→	○	▽	26	○	→	▽	Abro broche
Espera	○	→	○	▽	27	○	→	▽	Subo tapa molde
A espuma	○	→	○	▽	28	○	→	▽	A espuma
Saco espuma	○	→	○	▽	29	○	→	▽	Saco espuma
Sostengo espuma	○	→	○	▽	30	○	→	▽	Sostengo espuma
Sostengo espuma	○	→	○	▽	31	○	→	▽	A tijeras
Sostengo espuma	○	→	○	▽	32	○	→	▽	Cojo tijeras
Sostengo espuma	○	→	○	▽	33	○	→	▽	Corto rebaba
Sostengo espuma	○	→	○	▽	34	○	→	▽	Llevo tijeras a su lugar
Sostengo espuma	○	→	○	▽	35	○	→	▽	Suelto tijeras

**Cuadro 6. (Continuación)**

Método: Actual Pagina 3 de 3

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SIMBOLO					SIMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Sostengo Espuma					36					A bolsa
Sostengo Espuma					37					Cojo bolsa
Sostengo Espuma					38					Introduzco la espuma en la bolsa
Sostengo Espuma					39					Espera
Hago Nudo					40					Hago nudo
Sostengo espuma empacada					41					Espera
Coloco en posición almacenamiento					42					Espera



### 8.1.7 Estudio de micromovimientos para el área de pesado

Ahora se estudia al operario que elabora las espumas en el área de pesado, que es un movimiento repetitivo, se hace mucho énfasis en el análisis del modo en que aplica su esfuerzo, el grado de fatiga provocado por su método de trabajo, y la forma en que acomoda las herramientas necesarias para poder llevar a cabo esta operación. A continuación se puede observar los resultados obtenidos en el cuadro 7.

**Cuadro 7. Estudio de micromovimientos para el área de pesado**

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	DISTINTIVO COLOR		SÍMBOLO	DISTINTIVO COLOR	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		1	DI		Retraso inevitable
Usar	U		2	DI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	DI		3	M		Mover
Retraso inevitable	DI		4	SL		Soltar
Alcanzar	AL		5	DI		Retraso inevitable
Usar	U		6	DI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	DI		7	M		Mover
Retraso inevitable	DI		8	SL		Soltar
Alcanzar	AL		9	DI		Retraso inevitable
Usar	U		10	DI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	DI		11	M		Mover
Retraso inevitable	DI		12	SL		Soltar
Alcanzar	AL		13	DI		Retraso inevitable
Usar	U		14	DI		Retraso inevitable

**Cuadro 5. (Continuación)**

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Retraso inevitable	DI		15	M		Mover
Retraso inevitable	DI		16	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		17	M		Mover
Retraso inevitable	DI		18	U		Usar
Retraso inevitable	DI		19	SL		Soltar

De acuerdo al anterior cuadro, se encuentra que el operario tiene once (11) retrasos inevitables en la mano izquierda, los cuales se convierten en tiempo muerto en el ciclo de trabajo, de acuerdo a esto el 57,89% del total de movimientos de la mano izquierda son demoras inevitables, que es un porcentaje muy alto teniendo en cuenta que el operario debe mantener las manos ocupadas lo más que pueda para no tener estos porcentajes de inutilización. Para la mano derecha se encuentra que el porcentaje de retrasos inevitables es de 42,11%.

### 8.1.8 Diagrama de actividades múltiples

**Cuadro 8. Diagrama de actividades múltiples método actual**

Empresa:	Idescol S.A.U		
Operación:	Elaboración de espumas		
Elaboró:	Diego Vivas Pincay		
Fecha:	16/08/2013		
Método:	Actual	Mejorado	

HOMBRE	TIEMPO	Taladro de Árbol	TIEMPO	Molde	TIEMPO
Alistar molde, aplicación de desmoldante	2 min				
Pesar químicos	4 min				
Prender taladro de árbol	0,083 min				
		Mezcla	0,5 min		
Apaga Taladro de árbol	0,083min				
Vierte el químico en el molde	0,5 min				
cierre molde	0,5				
Operaciones varias*	11,5			mezcla en molde	12 min
Abre molde	0,5				
Saca Espuma	1				
Revisa Espuma	0,5				
Corta rebaba	1				
Empaca	1				

\*Se define operaciones varias, el ir aplicando desmoldante a los otros moldes que se estén utilizando, ir cargándolos, o ir sacando las espumas que ya estén listas, por lo que el operario en la gran mayoría de las veces no da abasto, siempre está ocupado.

**Cuadro 9. Cuadro resumen diagrama de actividades múltiples método actual**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Operario</b>	<b>Taladro de Árbol</b>	<b>Molde</b>
<b><i>Tiempo Activo</i></b>	22,666	0,5	12
<b><i>Tiempo Inactivo</i></b>	0,5	22,666	11,166
<b><i>Tiempo de ciclo</i></b>	23,166	23,166	23,166
<b><i>% Eficiencia</i></b>	97,84%	2,16%	51,80%
<b><i>% Ineficiencia</i></b>	2,16%	97,84%	48,2%

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuadro 7. Se observa que el operario la gran mayoría del tiempo se encuentra ocupado, el taladro tiene un porcentaje de ineficiencia del 97,84%, por lo cual sería un maquina ineficiente, pero para la elaboración de la espuma es un factor determinante, debido a esto no se pueden tomar medidas. De igual manera los moldes aunque su utilización es del 51,80% son determinantes para el proceso.

## 8.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

A continuación en el cuadro 8, se observa la división de la tarea en elementos, para un mejor análisis y elaboración del estudio de tiempos.

**Cuadro 10. Dividir la tarea en elementos**

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, variable y Manual	Alistar jarra, tara de la pesa, agregar poliol e isocianato.
2	Repetitivo Manual y variable	Ir hasta taladro de árbol.
3	Repetitivo Manual y variable	Prender el taladro de árbol, mezclar y apagar taladro.
4	Repetitivo, Manual.	Ir hasta el molde, vaciar la mezcla en el molde, cerrar el molde y tiempo de la mezcla en el molde.
5	Repetitivo y Manual	Abrir molde, sacar espuma, hacer inspección.
6	Repetitivo, Constantes y Manual	Empacar y llevar a zona de producto terminado.

### 8.3 TIEMPOS DE LA OPERACIÓN Y VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 90%, debido a que el observador considera que falta un poco de habilidad para llegar al ritmo normal de trabajo.

**Cuadro 11. Tiempos de operación y valoración**

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	4,49	0,9
2	4,53	0,9
3	4,56	0,9
4	4,49	0,9
5	4,51	0,9

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	0,570	0,9
2	0,569	0,9
3	0,560	0,9
4	0,566	0,9
5	0,560	0,9

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	0,670	0,9
2	0,666	0,9
3	0,660	0,9
4	0,669	0,9
5	0,663	0,9

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	12,90	0,9
2	12,98	0,9
3	13,10	0,9
4	13,05	0,9
5	13,02	0,9

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	3,00	0,9
2	3,05	0,9
3	3,04	0,9
4	3,07	0,9
5	3,06	0,9

ELEMENTO 6		
MUESTRA	To	V
1	2,5	0,9
2	2,55	0,9
3	2,6	0,9
4	2,55	0,9
5	2,5	0,9

## 8.4 DETERMINAR NÚMERO DE MUESTRAS NECESARIAS

A continuación se describe cómo obtener el número de observaciones por medio de la técnica de la fórmula, que es una técnica estadística.

**Tabla 1. Número de muestras necesarias**

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
4,49	20,1601
4,53	20,5209
4,56	20,7936
4,49	20,1601
4,51	20,3401
<b>22,58</b>	<b>101,9748</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 101,975) - (22,58)^2)}}{22,58} \right]^2 = 0,058$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
0,570	0,3249
0,569	0,32376
0,560	0,3136
0,566	0,3203
0,560	0,3136
<b>2,825</b>	<b>1,596</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1,596) - (2,825)^2)}}{2,825} \right]^2 = 0,0$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
0,670	0,4489
0,666	0,44356
0,660	0,4356
0,669	0,44756
0,663	0,43957
<b>3,328</b>	<b>2,21519</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 2,215) - (3,328)^2)}}{3,328} \right]^2 = 0,053$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
12,90	166,41
12,98	168,4804
13,10	171,61
13,05	170,3025
13,02	169,5204
<b>65,05</b>	<b>846,32343</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 846,323) - (65,05)^2)}}{65,05} \right]^2 = 0,042$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
3,00	9
3,05	9,3025
3,04	9,2416
3,07	9,4249
3,06	9,3636
<b>15,22</b>	<b>46,3326</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 46,332) - (15,22)^2)}}{15,22} \right]^2 = 0,08$$

ELEMENTO 6	
X	X <sup>2</sup>
2,5	6,25
2,55	6,5025
2,6	6,76
2,55	6,5025
2,5	6,25
<b>12,7</b>	<b>32,265</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 32,265) - (12,7)^2)}}{12,7} \right]^2 = 0,347$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,055 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,0 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,053 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:** 0,042 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 5:** 0,08 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 6:** 0,347 ≈ 1 muestra



## 8.5 TIEMPO NORMAL DE LA OPERACIÓN

**Cuadro 12. Tiempo observado y tiempo normal de la operación**

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
1	To	4,49	4,53	4,56	4,49	4,51	4,0644
	V	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	TN	4,041	4,077	4,104	4,041	4,059	
2	To	0,57	0,569	0,56	0,566	0,56	0,5085
	V	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	TN	0,513	0,5121	0,504	0,5094	0,504	
3	To	0,67	0,666	0,66	0,669	0,663	0,59904
	V	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	TN	0,603	0,5994	0,594	0,6021	0,5967	
4	To	12,9	12,98	13,1	13,05	13,02	11,709
	V	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	TN	11,61	11,682	11,79	11,745	11,718	
5	To	3	3,05	3,04	3,07	3,06	2,7396
	V	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	TN	2,7	2,745	2,736	2,763	2,754	
6	To	2,5	2,55	2,6	2,55	2,5	2,286
	V	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	TN	2,25	2,295	2,34	2,295	2,25	
						TN	21,90654

## 8.6 CALCULAR LOS SUPLEMENTOS

A continuación se pueden observar los suplementos:

**Cuadro 13. Suplementos**

Actividad	Frecuencia	Tiempo	Total
Idas al baño	3	5	15
almuerzo	1	60	60
			75

$$540 \longrightarrow 100\%$$

$$75 \longrightarrow x$$

$$\frac{75}{540} * 100 = 13.88 \%$$

## 8.7 CALCULAR TIEMPO ESTANDAR

A continuación se calculará el tiempo estándar para la elaboración de espumas.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{21,90654}{(1 - 0.1388)} = 25.44$$

El tiempo estándar para la elaboración de una espuma de poliuretano para la moto de referencia rx 115 es de 25,44 minutos.

## **8.8 METODO MEJORADO ELABORACIÓN DE ESPUMAS**

**8.8.1 Examen crítico elaboración de espumas de poliuretano:** En el proceso de producción de la espuma en poliuretano, podemos observar como en varias operaciones el trabajador no emplean al máximo sus recursos, también tenemos operaciones realizadas con una sola mano, mientras que la otra se encuentra en reposo. En el análisis del método nos encontramos con unos tiempos muy grandes en operaciones que nos demandan más tiempo del requerido en la producción, estos tiempos son los que vamos a mejorar con el nuevo método, reduciéndolos con la implementación de nuevas herramientas y con mayor eficiencia del empleado.

### **8.8.2 Mejoras propuestas para la elaboración de espumas de poliuretano**

> No usar tantos tarros reciclados de límpido, reduciendo de esta manera costos, el tiempo invertido por el gerente en desplazamiento hasta el sitio con el operario, ya que es una zona peligrosa donde se conseguían estos, se elimina el tiempo para estar limpiando estos tarros para seguirlos utilizando en el mismo día varias veces, por lo que se utilizara jarras plásticas, lo que implica también una reducción en el desperdicio que queda en el tarro y proporciona un mejor agarre por parte del operario.

> Se reducirá el tiempo en el molde de las espuma a 10 minutos, teniendo en cuenta que esto es posible, de acuerdo a las pruebas realizadas.

> Se realizara un mejor sellamiento al molde, para reducir la rebaba, y de esta manera eliminar el corte de esta, además con este sellamiento se impedirá la salida de aire que en algunas ocasiones hace que la espuma se dañe.

> Se realizara una base movable para la pesa para colocarla cerca de los moldes que se van a utilizar y no tener que desplazarse hasta el extremo cada vez que se va a pesar, además tendrá espacio para colocar los tarros de 2 litros que contienen el material.

> Se organizara de igual manera el taladro con rodachines para moverlo cerca de los moldes que se van a inyectar y de esta forma evitar el desplazamiento.

> Se pesara el polioli y en la misma jarra se adicionara el isocianato, es decir que no tenemos que pesarlo por aparte, así evitaremos desperdicio en las jarras.

**8.8.3 Carta de procesos mejorada:** Para la realización de las espumas contamos con dos químicos, polioli e isocianato, estos llegan a la empresa en tinas, pero para un mejor manejo al final de cada día el operario saca en envases plásticos más pequeños de dos litros aproximadamente y manejables el químico para empezar el nuevo día. De acuerdo a la referencia de la espuma deseada a si mismo se pesa cada uno de los químicos, es decir que contamos con una pesa gramera para dicho proceso, y con dos jarras plásticas para hacer las mezclas, se pesa el polioli y en el mismo recipiente se pesa el isocianato, este proceso dura tres minutos y medio, luego son llevados a un taladro de árbol en el cual se mezclan los dos químicos por aproximadamente de 20 a 30 segundos, produciendo una reacción exotérmica, en la cual se producen una serie de enlaces entre los dos componentes, creando una estructura sólida, uniforme y resistente. El calor desprendido en la reacción se utiliza para evaporar un agente hinchante que al expandirse rellena las celdillas o burbujas que se forman, obteniéndose así un producto sólido de estructura celular con un volumen superior al que ocupaban los productos originarios, después la mezcla es llevada a su respectivo molde, al cual previamente (antes de pesar) le ha sido aplicado una capa de desmoldante, dependiendo del tipo de espuma (Larga o corta) así mismo dependerá su tiempo en el molde aproximadamente de unos seis minutos para las cortas y diez minutos para las largas, después son sacadas del molde, y lo recomendado es dejarlas un día a la intemperie para luego ser empacadas, pero en la gran mayoría de las veces se empaican y se embalan el mismo día.

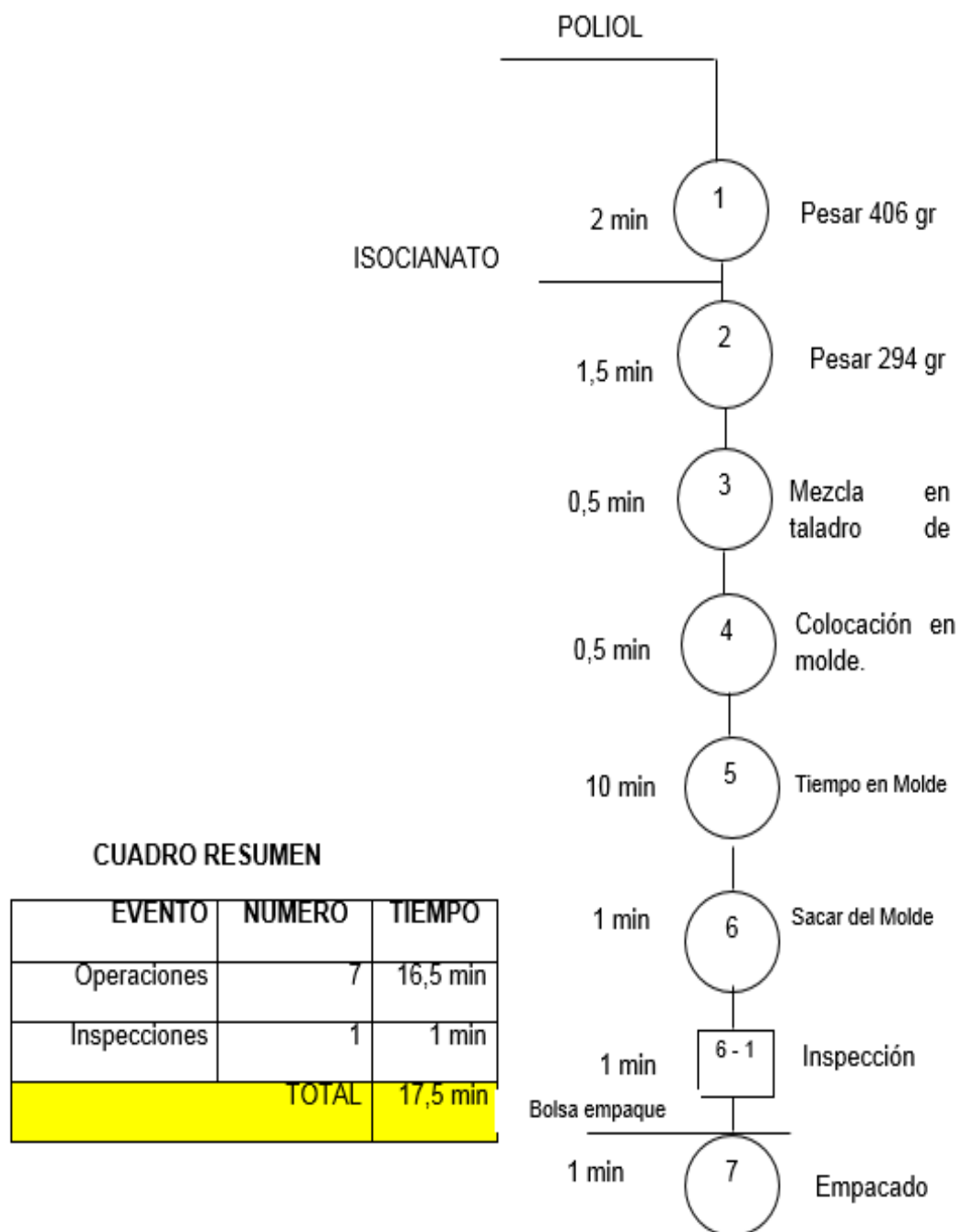
**Figura 9. Espuma ax 2005**



**Fuente:** Espuma de ax 2005, base documental idescol 2013.

#### 8.8.4 Diagrama de operaciones mejorado para espuma

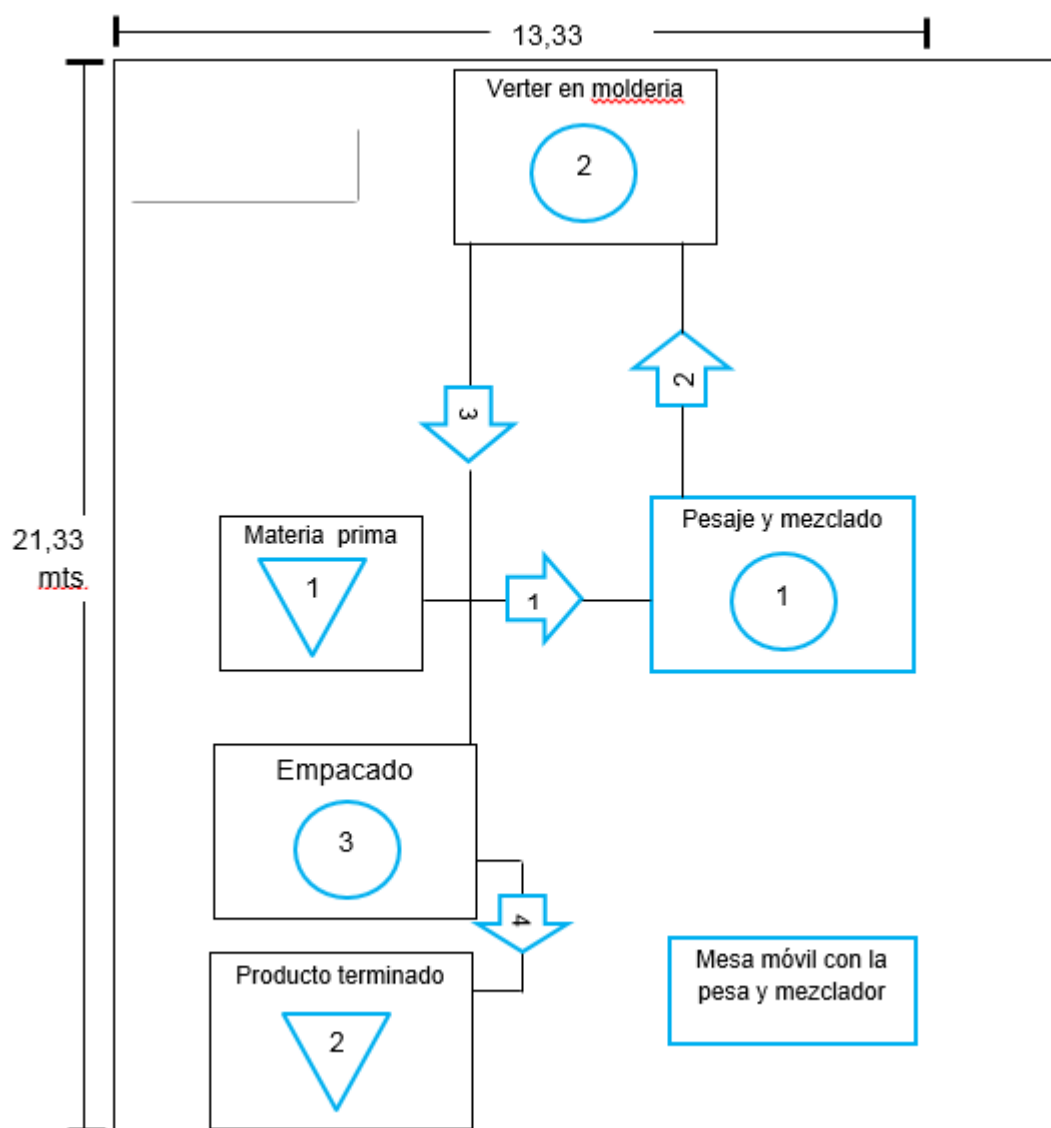
Figura 10. Diagrama de operaciones mejorado para espuma



### 8.8.5 Diagrama de recorrido mejorado





Figura 11. Diagrama de recorrido mejorado

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U		
<b>Operación:</b>	Elaboración de espumas		
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay		
<b>Fecha:</b>	16/08/2013		
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado





















































### 8.8.6 Cursograma analítico tipo operario

**Cuadro 14. Cursograma analítico tipo operario**

RESUMEN							Método actual	<input type="checkbox"/>	Método mejorado	<input checked="" type="checkbox"/>
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA					
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo				
	7	8	6	6,5	1	1,5				
	4	2,2	2	1,2	2	1				
	0		0	0	0	0				
	1	1	1	1	0	0				
	1	1	1	1	0	0				
Distancia	25 mts		12,5 mts		12,5 mts					






Operación: Elaboración de espumas  
Empieza: Área Pesado  
Termina :Almacenamiento  
Elaboró: Diego Vivas  
Fecha:20/08/13

Cursograma Analítico tipo  
Material ☐ Operario ☒

							PREGUNTARSE						OBSERVACIONES	
							QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE		
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					CANTIDAD(er)	TIEMPO(min)	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO									
Pesar <u>poliol</u>							2							
Pesar <u>isocianato</u>							1,5							
Mezclar en taladro de árbol							0,5							
Colocar en molde							0,5							
Sacar del molde							1							
Revisar							1							
A zona de empaque							0,6							
Empacar							1							
A Zona de producto terminado							0,6							
Almacenamiento							1							

### 8.8.7 Cursograma analítico tipo material “Poliol”

**Cuadro 15. Cursograma analítico tipo material “Poliol” mejorado**

RESUMEN							Método actual	<input type="checkbox"/>	Método mejorado	<input checked="" type="checkbox"/>
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA					
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo				
	6	6	5	5	1	1				
	4	2,2	2	1,2	2	1				
	0		0	0	0	0				
	1	1	1	1	0	0				
	1	1	1	1	0	0				
Distancia	25 mts		12,5mts		12,5 mts					

Método actual

Operación: Elaboración de espumas

Empieza: Área Pesado

Termina: Almacenamiento

Elaboró: Diego Vivas

Fecha: 20/08/13

Cursograma Analítico tipo






Material ☐ Operario ☒

ACTIVIDAD		PREGUNTARSE					OBSERVACIONES
		QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	
		COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	
SÍMBOLO							LUGAR
		OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCION	ALMACENAMIENTO	
Pesar poliol							
Mezclar en taladro de árbol							
Colocar en molde							
Sacar del molde							
Revisar							
A zona de empaque							
Empacar							
A Zona de producto terminado							
Almacenamiento							



### 8.8.8 Cursograma analítico tipo material “Isocianato”

**Cuadro 16. Cursograma analítico tipo material “Isocianato” mejorado**

RESUMEN							Método actual	<input type="checkbox"/>	Método mejorado	<input checked="" type="checkbox"/>
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA					
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo				
	6	6	5	5	1	1				
	4	2,2	2	1,2	2	1				
	0		0	0	0	0				
	1	1	1	1	0	0				
	1	1	1	1	0	0				
Distancia	25 mts		mts		mts					

Operación: Elaboración de espumas  
Empieza: Área Pesado  
Termina: Almacenamiento  
Elaboró: Diego Vivas  
Fecha: 20/08/13

**Cursograma Analítico tipo**

Material ☒ Operario ☐

							PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
							QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					CANTIDAD(uf)	TIEMPO(min)	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO								
Pesar Isocianato							2						
Mezclar en taladro de árbol							0,5						
Colocar en molde							0,5						
Sacar del molde							1						
Revisar							1						
A zona de empaque							0,6						
Empacar							1						
A Zona de producto terminado							0,6						
Almacenamiento							1						

### 8.8.9 Diagrama bimanual

**Cuadro 17. Diagrama bimanual mejorado**

DIAGRAMA BIMANUAL						
RESUMEN						
ACTIVIDAD	Actual		Mejorado		Diferencia	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
	11	20	10	12	1	8
	8	7	6	6	2	1
	9	11	8	11	1	0
	14	4	8	3	6	1
Totales	42	42	32	32	10	10

Método actual Método mejorado

**Operación:** Elaboración de espumas  
**Empieza:** Área Pesado  
**Termina:** Almacenamiento  
**Elaboró:** Diego Vivas  
**Fecha:** 23/08/13

Página 1 de 2

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A pesa					1					Espera
Tara					2					Espera
Espera					3					Vierto <u>Poliol</u>
Espera					4					Coloco a un lado
Espera					5					Vierto <u>Isocianato</u>
A taladro de árbol					6					Sostengo mezcla
Prendo Taladro de árbol					7					Espera
Espera					8					Sostengo mientras mezcla
A taladro de árbol					9					Espera
Apago Taladro de árbol					10					Espera
Sostengo mezcla					11					A espátula
Espera					12					Agarro espátula
Vierto en molde					13					Saco toda la mezcla
Sostengo tarro libre					14					Coloco espátula en tarro libre
Coloco al lado del molde el tarro con espátula					15					a tapa molde

**Cuadro 17. (Continuación)**

**Método:** Mejorado **Página 2 de 2**

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A broche molde	○	→	□	▽	16	○	→	□	▽	A broche molde
Cierro broche	○	→	□	▽	17	○	→	□	▽	Cierro broche
Espera	○	→	□	▽	18	○	→	□	▽	Espera
A broche molde	○	→	□	▽	19	○	→	□	▽	A broche molde
Abro broche	○	→	□	▽	20	○	→	□	▽	Abro broche
Espera	○	→	□	▽	21	○	→	□	▽	Espera
Espera	○	→	□	▽	22	○	→	□	▽	Espera
A espuma	○	→	□	▽	23	○	→	□	▽	A espuma
Saco espuma	○	→	□	▽	24	○	→	□	▽	Saco espuma
Sostengo espuma	○	→	□	▽	25	○	→	□	▽	Sostengo espuma
Sostengo Espuma	○	→	□	▽	26	○	→	□	▽	A bolsa
Sostengo Espuma	○	→	□	▽	27	○	→	□	▽	Cojo bolsa
Sostengo Espuma	○	→	□	▽	28	○	→	□	▽	Introduzco la espuma en la bolsa
Sostengo Espuma	○	→	□	▽	29	○	→	□	▽	Espera
Hago Nudo	○	→	□	▽	30	○	→	□	▽	Hago nudo
Sostengo espuma empacada	○	→	□	▽	31	○	→	□	▽	Espera
Coloco en posición almacenamiento	○	→	□	▽	32	○	→	□	▽	Espera



### 8.8.10 Estudio de micromovimientos para el área de pesado

**Cuadro 18. Estudio de micromovimientos para el área de pesado mejorado**

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		1	DI		Retraso inevitable
Usar	U		2	DI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	DI		3	M		Mover
Retraso inevitable	DI		4	SL		Soltar
Retraso inevitable	DI		5	M		Mover
Retraso inevitable	DI		6	SL		Soltar
Alcanzar	AL		7	DI		Retraso inevitable
Usar	U		8	DI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	DI		9	M		Mover
Retraso inevitable	DI		10	SL		Soltar
Alcanzar	AL		11	DI		Retraso inevitable
Usar	U		12	DI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	DI		13	M		Mover
Retraso inevitable	DI		14	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		15	M		Mover
Retraso inevitable	DI		16	U		Usar
Retraso inevitable	DI		17	SL		Soltar

Con respecto al método actual encontramos que hay una disminución de dos (2) micromovimientos en el área de pesado, se suprime retrasos inevitables de la mano derecha.

### 8.8.11 Diagrama de actividades múltiples mejorado

**Cuadro 19. Diagrama de actividades múltiples mejorado**

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U		
<b>Operación:</b>	Elaboración de espumas		
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay		
<b>Fecha:</b>	16/08/2013		
<b>Método:</b>	Actual	Mejorado	

HOMBRE	TIEMPO	Taladro de Árbol	TIEMPO	Molde	TIEMPO
Alistar molde, aplicación de <u>desmoldante</u>	2 min				
Pesar químicos	3,5 min				
Prender taladro de árbol	0,083 min				
		Mezcla	0,5 min		
Apaga Taladro de árbol	0,083min				
Vierte el químico en el molde	0,5 min				
cierre molde	0,5				
Operaciones varias*	9,5			mezcla en molde	10 min
Abre molde	0,5				
Saca Espuma	1				
Revisa Espuma	0,5				
Empaca	1				

\*Se define operaciones varias, el ir aplicando desmoldante a los otros moldes que se estén utilizando, ir cargándolos, o ir sacando las espumas que ya estén listas, por lo que el operario en la gran mayoría de las veces no da abasto, siempre está ocupado.

**Cuadro 20. Cuadro resumen diagrama de actividades múltiples.**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>Operario</b>	<b>Taladro de Árbol</b>	<b>Molde</b>
<b><i>Tiempo Activo</i></b>	19,166	0,5	10
<b><i>Tiempo Inactivo</i></b>	0,5	29,166	9,666
<b><i>Tiempo de ciclo</i></b>	19,666	19,666	19,666
<b><i>% Eficiencia</i></b>	97,46%	2,54%	50,85%
<b><i>% Ineficiencia</i></b>	2,54%	97,46%	49,15%

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 15. Se observa que hay una disminución en el tiempo de ciclo con respecto al método actual de tres minutos y medio (3,5 minutos), los porcentajes de eficiencia no varían considerablemente con respecto al método anterior. La variación más alta la presenta el molde con 0,95 %, esto debido a que se encontró que el tiempo en el molde de la mezcla era de diez (10) minutos y no de 12 como se venía trabajando anteriormente.

## 8.9 ESTUDIO DE TIEMPOS MEJORADO

A continuación en el cuadro 15, se observa la división de la tarea en elementos, para un mejor análisis y elaboración del estudio de tiempos.

**Cuadro 21. Dividir la tarea en elementos**

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, variable y Manual	Alistar jarra, tara de la pesa, agregar <u>poliol</u> e <u>isocianato</u> .
2	Repetitivo Manual y variable	Prender el taladro de árbol, mezclar y apagar taladro.
3	Repetitivo, Manual.	Vaciar la mezcla en el molde, cerrar el molde y tiempo de la mezcla en el molde.
4	Repetitivo y Manual	Abrir molde, sacar espuma, hacer inspección.
5	Repetitivo, Constantes y Manual	Empacar y llevar a zona de producto terminado.

## 8.10 TIEMPOS DE OPERACIÓN Y VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD.

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 90%, debido a que el observador considera que falta un poco de habilidad para llegar al ritmo normal de trabajo.

**Cuadro 22. Tiempo Operación y valoración**

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	3,49	0,9
2	3,55	0,9
3	3,53	0,9
4	3,48	0,9
5	3,51	0,9

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	0,670	0,9
2	0,666	0,9
3	0,660	0,9
4	0,669	0,9
5	0,663	0,9

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	10,90	0,9
2	10,98	0,9
3	11,10	0,9
4	11,05	0,9
5	11,02	0,9

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	2	0,9
2	2,033	0,9
3	2,04	0,9
4	2,05	0,9
5	2,04	0,9

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	2,5	0,9
2	2,55	0,9
3	2,6	0,9
4	2,55	0,9
5	2,5	0,9



## 8.11 DETERMINAR NÚMERO DE MUESTRAS NECESARIAS

Tabla 1. Numero de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
3,49	12,1801
3,55	12,6025
3,53	12,4609
3,48	12,1104
3,51	12,3201
<b>17,56</b>	<b>61,674</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 61,674) - (17,56)^2)}}{17,56} \right]^2 = 0,085$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
0,670	0,4489
0,666	0,44356
0,660	0,4356
0,669	0,44756
0,663	0,43957
<b>3,328</b>	<b>2,21519</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 2,215) - (3,328)^2)}}{3,328} \right]^2 = 0,053$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
10,90	118,81
10,98	120,56
11,10	123,21
11,05	122,103
11,02	121,44
<b>55,05</b>	<b>606,123</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 606,123) - (55,05)^2)}}{55,05} \right]^2 = 0,059$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
2	4
2,033	4,133089
2,04	4,1616
2,05	4,2025
2,04	4,1616
<b>10,163</b>	<b>20,6588</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 20,66) - (10,163)^2)}}{10,163} \right]^2 = 0,20$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
2,5	6,25
2,55	6,5025
2,6	6,76
2,55	6,5025
2,5	6,25
<b>12,7</b>	<b>32,265</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 32,265) - (12,7)^2)}}{12,7} \right]^2 = 0,347$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,085 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,053 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,059 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:** 0,20 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 5:** 0,347 ≈ 1 muestra

## 8.12 TIEMPO OBSERVADO Y TIEMPO NORMAL DE LA OPERACIÓN

**Cuadro 23. Tiempo observado y tiempo normal de la operación**

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	3,49	3,55	3,53	3,48	3,51	<b>3,1608</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	3,141	3,195	3,177	3,132	3,159	
<b>2</b>	<b>To</b>	0,67	0,666	0,66	0,669	0,663	<b>0,59904</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	0,603	0,5994	0,594	0,6021	0,5967	
<b>3</b>	<b>To</b>	10,9	10,98	11,1	11,05	11,02	<b>9,909</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	9,81	9,882	9,99	9,945	9,918	
<b>4</b>	<b>To</b>	2	2,033	2,04	2,05	2,04	<b>1,82934</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	1,8	1,8297	1,836	1,845	1,836	
<b>5</b>	<b>To</b>	2,5	2,55	2,6	2,55	2,5	<b>2,286</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	2,25	2,295	2,34	2,295	2,25	
<b>TN</b>							<b>17,78418</b>

## 8.13 CALCULAR LOS SUPLEMENTOS

A continuación se observa los suplementos para calcular el tiempo estándar del método mejorado.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	3	5	15
almuerzo	1	60	60
			75

$$540 \longrightarrow 100\%$$

$$75 \longrightarrow x$$

$$\frac{75}{540} * 100 = 13.88 \%$$

#### 8.14 CALCULAR TIEMPO ESTANDAR MEJORADO

A continuación se puede observar el cálculo del tiempo estándar para el método mejorado en la elaboración de espumas de poliuretano.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{17,78418}{(1 - 0.1388)} = 20.65$$

El tiempo estándar aplicando las mejoras necesarias para el proceso de elaboración de espumas de poliuretano se redujo siendo este de 20,65 minutos.

## 9. CROQUIS MEJORADO DEL LUGAR DE TRABAJO

Podemos observar las mejoras efectuadas en la planta en la figura 12. Se puede observar el cambio realizado para el área de forros, en el cual se acomoda de una forma lineal de la primera etapa del proceso, es decir el corte, luego sellado y estampado y finalmente costura, con esto se evita fatiga del trabajador y reducción de distancias recorridas por parte de los operarios en una distancia entre 16 a 20 metros, además se garantiza el flujo de material.

Figura 12. Plano mejorado de la empresa



## 10. RESUMEN RESULTADOS ELABORACION DE ESPUMAS

**Cuadro 24. Resumen resultados elaboración de espumas**

Diagrama de proceso actual			Diagrama de proceso mejorado		
EVENTO	NUMERO	TIEMPO	EVENTO	NUMERO	TIEMPO
Operaciones	8	20 min	Operaciones	7	16,5 min
Inspecciones	1	1min	Inspecciones	1	1 min
TOTAL		21 min	TOTAL		17,5 min
Tiempo estándar actual			Tiempo estándar mejorado		
25,44 min			20,65 min		

**%Variación** <sub>DIAGRAMA</sub> = (Tiempo final – Tiempo inicial) / Tiempo Final

**%variación** <sub>DIAGRAMA</sub> = (17,5 – 21) / 21

**%variación** <sub>DIAGRAMA</sub> = - 20%

**%Variación** <sub>TiempoE</sub> = (Tiempo final – Tiempo inicial) / Tiempo Final

**%Variación** <sub>TiempoE</sub> = (20,65 – 25,44) / 25,44

**%Variación** <sub>TiempoE</sub> = -23,19 %

Con medidas sencillas adoptadas y con la aceptación por parte de los trabajadores de estas, se logró una reducción del 20% del tiempo de fabricación de espumas de poliuretano, por lo que su producción aumento en el diario, lo que lleva a entregas a tiempo, que se traduce en confianza para los clientes y un mejor manejo administrativo al aumentar su flujo de caja.

## 11. INDICADORES

La etapa de control de la producción es una de las más importantes, para poder realizar futuras planificaciones del trabajo, así como implementar medidas preventivas y correctoras en las desviaciones de los procesos, es por este motivo que estos deben ser sencillos, claros, de fácil interpretación y medir lo que se pretende.

La productividad es uno de estos indicadores, con este medimos la relación entre lo que producimos y los medios empleados. Existen tres maneras de medir la productividad, medición parcial, la cual relaciona la producción con otro parámetro como puede ser mano de obra, material, energía, otros gastos. Esta la medición multifactorial en la que se involucran dos o más parámetros y la medición total que es la que contiene todos los recursos empleados en la producción.

Para este caso realizaremos la aplicación de la formula con productividad parcial de mano de obra y realizaremos una comparación entre la producción anterior y lo que se consiguió implementado los métodos mejorados. Ver Anexo 106.

**Productividad**  $MO$ : Producción / Mano de obra

La eficiencia es otro indicador que nos muestra, la variación entre la producción estándar o ideal, con la producción actual, la fórmula para hallar la eficiencia es:

$$E = (\text{Producción actual} / \text{Producción estándar}) \times 100 \%$$

Otro indicador en la producción que es interesante controlar es calidad, ya que desde esta podemos observar dos variables que son importantes en producción, los costos, de desechar materiales o reutilizarlos en los casos que se pueda, tiene un valor económico alto, y por otro lado la producción, todos los productos que no cumplen con el estándar deben ser vueltos a fabricar, por lo que se pierden materiales, tiempo y dinero.

Para medir la calidad del producto hemos escogido el indicador de producto defectuoso, el cual representa los productos defectuosos con respecto a la producción. La fórmula para hallar el producto defectuoso es:

**Producto defectuoso= PD**

$$PD = (\text{Total defectuosos} / \text{Total de la producción}) \times 100\%$$

La tabla de control que lleva cada uno de los operarios para poder realizar estas mediciones se encuentra en el anexo 107.

## 12. CONCLUSIONES

- Para el proceso de espumas se obtuvo una reducción del tiempo estándar de 4,79 minutos, es decir una reducción de 23,19%.
- La producción de espumas aumentó en un 40,63% con las mejoras aplicadas en el proceso, se pasó de producir 1280 espumas/ mes a 1800 espumas/ mes.
- La producción de bases metálicas aumentó en un 50% con las mejoras aplicadas en el proceso, se pasó de producir 320 bases / mes a 480 bases/mes.
- Para el proceso de forros se obtuvo una reducción del tiempo estándar de 78,47 minutos, es decir una reducción de 13,20%.
- La producción de forros aumentó en un 200% con las mejoras aplicadas en el proceso, se pasó de producir 480 forros/ mes a 1440 Forros/mes.
- Según lo observado en el proceso de la empresa al implementar mejoras un poco sencillas sin tener un gran peso económico se puede mejorar significativamente el proceso productivo de la empresa, teniendo en cuenta la colaboración humana de todas las personas que influyen en este.
- Hay que analizar muy bien el entorno, pues en muchas ocasiones nos encontramos con mejoras para los procesos, pero que nos sirven ya sea por el alcance económico de la mejora propuesta o porque el mercado no necesite la demanda a la que la mejora nos pueda hacer llegar, por este motivo es muy importante estudiar el contexto de la empresa y de esta manera dar las soluciones adecuadas con los costos óptimos.
- Se crean los indicadores de producción con los cuales se pueden controlar los cambios en los procesos y además se crean indicadores de calidad, para mejorar este aspecto y lograr satisfacer a los clientes.
- Se realiza una nueva distribución de la planta con lo cual se reducen las distancias recorridas y los tiempos.



## BIBLIOGRAFIA

CARDONA, Luz y SANZ, Diego. Sobre métodos y tiempos. En: Proyecto propuesta de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción en la empresa G&L Ingenieros Ltda. 2007: No. 1. P99.

Ergonomía [en línea]. Observatorio digital. [Consultado Enero 15 de 2013]. Disponible en: <http://www.observatoriodigital.net/bol224.htm>

FRANCESS, Castanyer. Sobre los medios de registro. En: Control de métodos y movimientos. España. 1993. No. 1 P.28

GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo: Medición del trabajo. México: McGraw-Hill. Interamericana de Editores S.A. 1998. P. 268.

GONZALEZ, Fernando. Sobre estándares en procesos de fábrica e indicadores. En: Estandarización de procesos de fábrica y elaboración de indicadores de producción en la empresa ITC Ingeniería de plásticos industriales. 2009. P.90

GONZÁLEZ, Francisco. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos para la planta de producción C.I. Cobres de Colombia LTDA. División empaques de madera. 2010: No. 1. P72.

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Ginebra 1996, p 9.

(-----). Introducción al estudio del trabajo, Oficina internacional del trabajo, Ginebra 1996, p 10.

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 ed. México: Ed. Alfaomega, 2004. 745 p. ISBN 958682-539-6

Procedimiento básico para el estudio del trabajo [en línea]. Facultad de ingeniería Universidad de Buenos Aires. [Consultado marzo 24 de 2013]. Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7628/Produccion2Texto.pdf>

QUINTERO, Vanessa. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos para la elaboración e implementación de diagramas de proceso ajustados efectivamente a la productividad y a los estándares exigidos para la empresa manufacturera de refrigeradores Fridval Ltda. 2008: No. 1. P.20.

USTATE, Elkin. Sobre métodos y tiempos. En: Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A. 2007. P.7

## ANEXOS

### Anexo 1. Base metálica para motocicleta

Las bases metálicas están dirigidas a las motocicletas en su mayoría modelos anteriores al año 2000, sin embargo hoy en día algunas de las bases de las motos nuevas son muy difíciles de conseguir por la duración que presentan, en ese caso se hacen bases metálicas personalizadas. Estas bases han ido saliendo del mercado debido a su duración, se parten fácilmente y se oxidan, hoy en día las bases que se fabrican en lámina son las correspondientes a la moto Honda C90 larga, Honda C70, Honda XI, Yamaha Rx115, Yamaha v80 trasero, Suzuki FR80 trasero y las totalmente artesanales como la Yamaha Chappy.

**Figura 13. Bases metálicas**



**Fuente:** en la parte superior izquierda se encuentra una base de Honda C90 Larga. Superior Derecha base Yamaha Rx100. En la parte inferior izquierda base corta para la moto Suzuki Fr80 delantero. En la parte inferior derecha base corta para la moto Suzuki Fr80 trasero. Base documental Idescols.a.u. Santiago de Cali 2013.

## INSUMOS O COMPONENTES DEL PRODUCTO

Para la elaboración de las bases metálicas para motocicletas se utiliza lámina coldrolled calibre 20 1x2 0,85 mm y tornillería ¼" x ½" y tuercas de ¼", pintura horneable negra para el acabado.

## FORROS PARA MOTOCICLETAS

Los forros son el elemento que le ayuda a dar la estética a la moto, por ser la parte más visible del sillín es la que se deteriora con mayor rapidez, con el sol, la lluvia, en algunas ocasiones personas malintencionadas rasgan el forro. Existen diversidad de forros por los materiales utilizados, actualmente la empresa cuenta con 6 líneas de forros, los económicos, originales, ventura, ruby, lujo, y los personalizados que llevan una combinación de 2 o más materiales.

**Figura 15. Tipos de forros**



**Fuente:** a la izquierda se encuentra un forro correspondiente a la moto Yamaha rx115, el cual va sellado en su parte superior. A la derecha encontramos el forro de la moto Suzuki Ax venus el cual va sellado en su parte superior y estampado en la parte trasera.

## INSUMOS O COMPONENTES DEL PRODUCTO

Los componentes de los forros, va dependiendo del material utilizado, actualmente se manejan los siguientes materiales titanium negro azabache, titanium gris carbón, assia supra mate, ventura negro y gris, se utiliza tinta de pvc para los estampados

y plantiespuma calibre 1,5 mm para los sellados, los hilos calibre 40y en diferentes colores, negro, gris, azul, rojo, verde, naranja, amarillo, blanco, para los diferentes estilos y combinaciones que desee el cliente.

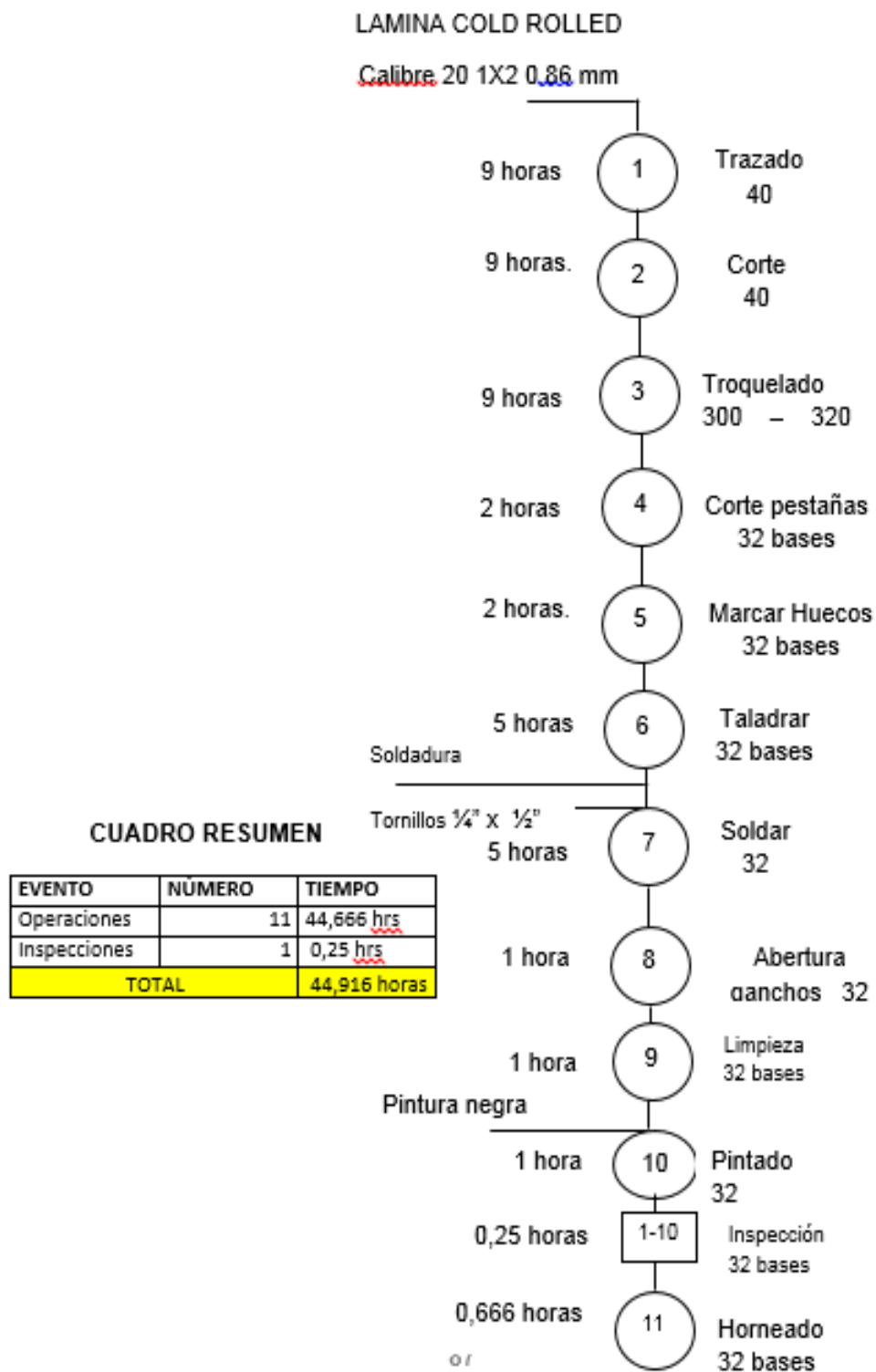
## **Anexo 2. Método actual bases metálicas**

### **CARTA DE PROCESO BASES METÁLICAS:**

Para la realización de las bases metálicas contamos con lamina cold rolled calibre 20 1x2 0,86 mm, la cual es dejada directamente en el área de trazado y corte por los operarios de la empresa a la cual se le compra. El proceso empieza cuando el operario levanta y lleva una lámina hacia una mesa para mayor comodidad, ya estando la lámina puesta el operario empieza el trace con un molde de acuerdo a la orden de producción que se le haya entregado, este proceso es repetitivo hasta marcar las cuarenta láminas que son las que generalmente llegan a la empresa cada dos meses aproximadamente, esto va variando de acuerdo a la rotación del producto, el proceso de trazado de las cuarenta láminas dura todo un día. Al día siguiente se hace el corte con una cizalla Bosch, al final de la jornada de trabajo queda toda la lámina picada. En el tercer día la lámina picada es troquelada, dependiendo de la combinación de producción aproximadamente son entre 300 a 320 bases. Por semana la producción estimada es de ochenta bases, por lo que en los dos días siguientes la producción será de 32 bases, las cuales son definidas de acuerdo a la prioridad de entrega de pedidos, ya estando troqueladas las bases se hace un nuevo corte a las pestañas para dejarlas ya en su largo original, este corte es realizado con la cizalla Bosch, luego de esto se coloca encima de la base una plantilla para marcar el lugar de las perforaciones, las cuales deben ser lo más exactas posibles para que la base calce bien en la moto, luego son llevadas a un taladro de árbol donde se realiza la perforación, primero se hace con una broca pequeña, luego con una mediana y luego con la de la medida original, esto para evitar que la base quede con rebaba, luego es llevada al cuarto de soldadura donde se sueldan los tornillos de  $\frac{1}{4}$ " x  $\frac{1}{2}$ " que varían en cantidad de acuerdo a la base, van desde dos hasta cuatro. Luego son llevadas hasta un troquel que abre los ganchos de donde se pegan los forros, luego son llevados al área de pintura, donde se les realiza un baño con thinner, para evitar el óxido, luego son pintadas con pintura negra horneable, después son llevadas al horno donde permanecen durante veinte minutos aproximadamente, cuando ya se enfrían son llevadas al área de producto terminado.

En el anexo 3 se puede observar el diagrama de proceso de operaciones para la elaboración de las bases metálicas.

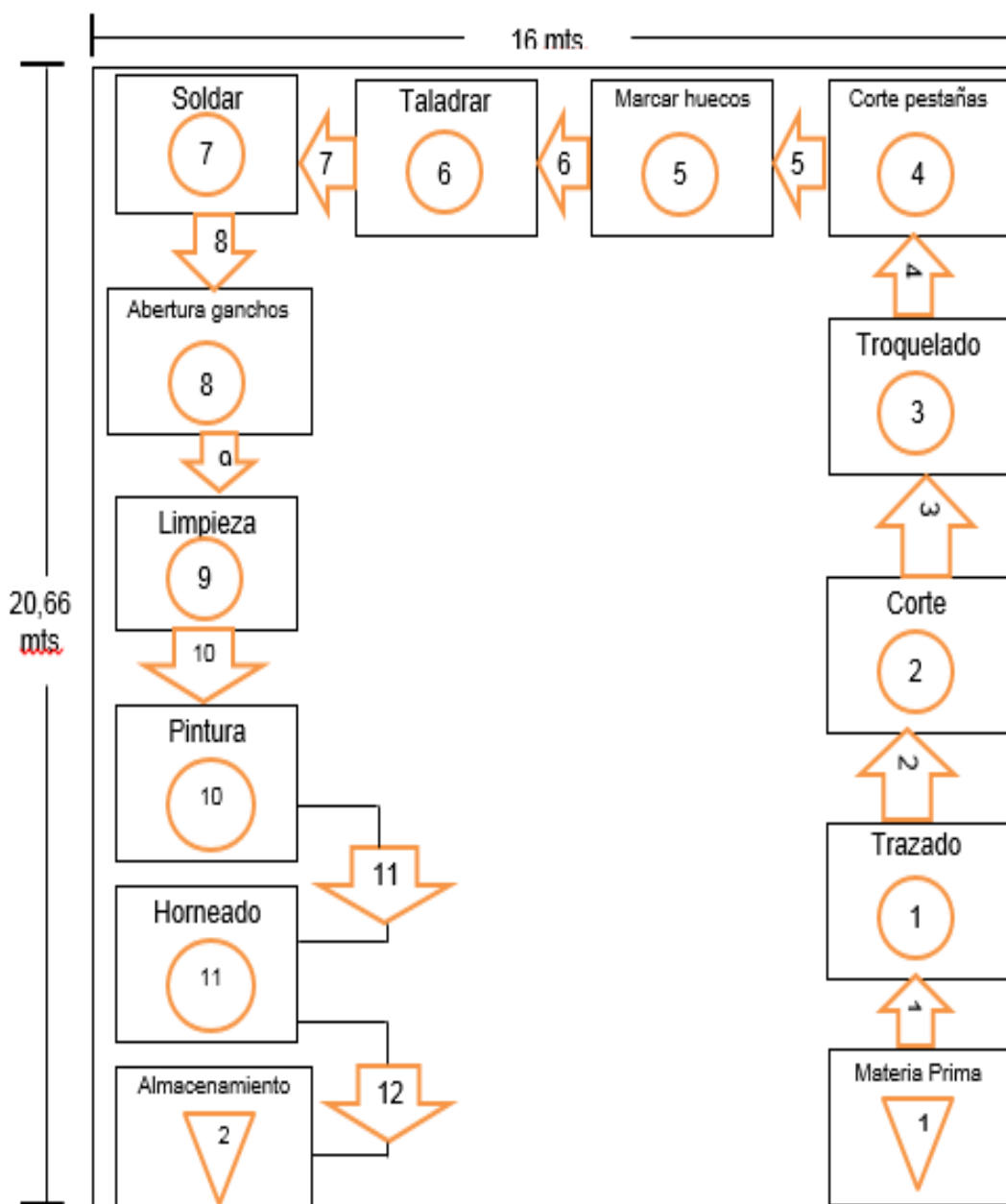
### Anexo 3. Diagrama de proceso de operaciones elaboración bases metálicas






#### Anexo 4. Diagrama de recorrido bases metálicas

ANEXO 4. DIAGRAMA DE RECORRIDO BASES METÁLICAS

Empresa:	Idescol S.A.U		
Operación:	Elaboración de Bases metálicas		
Elaboró:	Diego Vivas Pincay		
Fecha:	16/08/2013		
Método:	Actual	Mejorado	





























































































## Anexo 5. Cursograma analítico tipo operario

RESUMEN							Método actual	Método mejorado
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA			
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo		
	11	44,666						
	6	0,615						
								
	1	0,25						
	1	0,166						
Distancia		mts		mts		mts		

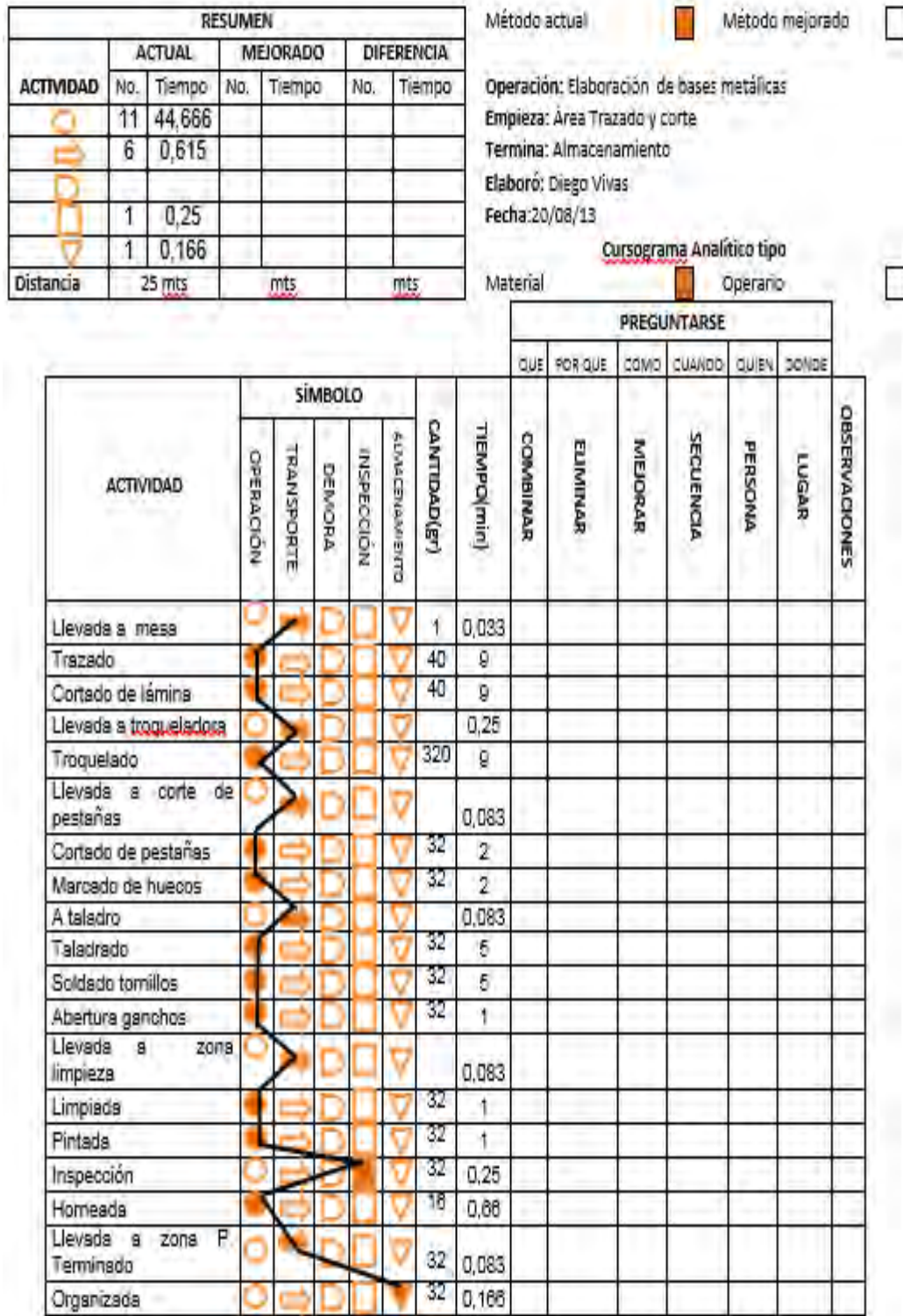
Operación: Elaboración de bases metálicas  
 Empieza :Área trazado y corte  
 Termina: Almacenamiento  
 Elaboró: Diego Vivas  
 Fecha:20/08/13

Cursograma Analítico tipo  
 Material ☐ Operario ☒





								PREGUNTARSE						
								QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
ACTIVIDAD	SIMBOLO					CANTIDAD(Gr)	TIEMPO(min)	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	OBSERVACIONES
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO									
Llevar lámina a mesa						1	0,033							
Trazar lámina						40	9							
Cortar lámina						40	9							
Llevar a troqueladora							0,25							
Troquelar						320	9							
A corte de pestañas							0,083							
Cortar pestañas						32	2							
Marcar huecos						32	2							
A taladro							0,083							
Taladra						32	5							
Suelda						32	5							
Abre ganchos						32	1							
A zona limpieza							0,083							
Limpia						32	1							
Pinta						32	1							
Inspecciona pintura						32	0,25							
Homea						18	0,68							
A zona Producto terminado						32	0,083							
Organiza						32	0,166							





## Anexo 6. Cursograma analítico tipo material “Lamina Cold Rolled”



## Anexo 7. Diagrama bimanual bases metálicas

DIAGRAMA BIMANUAL						
RESUMEN						
ACTIVIDAD	Actual		Mejorado		Diferencia	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
	63	83				
	40	52				
	29	20				
	38	13				
Totales	168	168				

Método actual  Método mejorado 

Operación: Elaboración de bases metálicas






















































































































Empieza: área trazado y corte

Termina: Almacenamiento

Elaboró: Diego Vivas

Fecha: 23/08/13

Página 1 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A lámina					1					A Lámina
Agarra lámina					2					Agarra lámina
A mesa					3					A mesa
Suelta lámina					4					Suelta Lámina
A molde					5					A rayador
Agarra molde					6					Agarra rayador
Pone molde sobre lámina					7					Espera
sostiene molde					8					Marca
Quita molde					9					Guarda rayador
Pone molde en su lugar					10					A cizalla
Sostiene lámina					11					Agarra Cizalla
Sostiene lámina					12					Corta con cizalla
Espera					13					Suelta Cizalla
Espera					14					A lámina cortada
espera					15					Organiza lámina cortada

## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 2 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A lamina organizada	○	➡	D	▽	16	○	➡	D	▽	A lamina organizada
Agarra lámina	●	➡	D	▽	17	●	➡	D	▽	Agarra lámina
A <u>troqueladora</u>	○	➡	D	▽	18	○	➡	D	▽	A <u>troqueladora</u>
Acomoda lamina	●	➡	D	▽	19	●	➡	D	▽	Acomoda lamina
A troquel	○	➡	D	▽	20	○	➡	D	▽	A troquel
Coloca sobre la <u>troqueladora</u>	●	➡	D	▽	21	●	➡	D	▽	Coloca sobre la <u>troqueladora</u>
Espera	○	➡	D	▽	22	○	➡	D	▽	A llave
Espera	○	➡	D	▽	23	●	➡	D	▽	Aprieta troquel
Espera	○	➡	D	▽	24	○	➡	D	▽	A <u>troqueladora</u>
Espera	○	➡	D	▽	25	●	➡	D	▽	Prende <u>troqueladora</u>
Espera	○	➡	D	▽	26	○	➡	D	▽	A comando <u>troqueladora</u>
Espera	○	➡	D	▽	27	●	➡	D	▽	Acciona para subir
A lamina organizada	○	➡	D	▽	28	○	➡	D	▽	Espera
Agarra lamina	●	➡	D	▽	29	○	➡	D	▽	Espera
A troquel	○	➡	D	▽	30	○	➡	D	▽	Espera
Acomoda lamina	●	➡	D	▽	31	●	➡	D	▽	Acomoda lámina
Espera	○	➡	D	▽	32	○	➡	D	▽	A comando <u>troqueladora</u>
Espera	○	➡	D	▽	33	●	➡	D	▽	Acciona para bajar
Espera	○	➡	D	▽	34	●	➡	D	▽	Acciona para subir
A herramienta	○	➡	D	▽	35	○	➡	D	▽	espera

## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 3 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Agarra herramienta	●	⇒	D	▽	36	○	⇒	●	▽	Espera
Saca lamina troquelada	●	⇒	D	▽	37	○	⇒	●	▽	Espera
Agarra lámina troquelada	●	⇒	D	▽	38	●	⇒	D	▽	Agarra lamina troquelada
Acomoda	●	⇒	D	▽	39	●	⇒	D	▽	Acomoda
A base	○	⇒	D	▽	40	○	⇒	D	▽	A base
Llevar a zona de corte	○	⇒	D	▽	41	○	⇒	D	▽	Llevar a zona de corte
Soltar bases	●	⇒	D	▽	42	●	⇒	D	▽	Soltar bases
A base	○	⇒	D	▽	43	○	⇒	●	▽	Espera
Agarra base	●	⇒	D	▽	44	○	⇒	D	▽	A cizalla
Sostiene base	○	⇒	D	▽	45	●	⇒	D	▽	Agarra cizalla
Sostiene base	○	⇒	D	▽	46	●	⇒	D	▽	Corta con cizalla
Suelta base	●	⇒	D	▽	47	●	⇒	D	▽	Suelta Cizalla
A lote bases	○	⇒	D	▽	48	○	⇒	D	▽	A lote bases
Agarra bases	●	⇒	D	▽	49	●	⇒	D	▽	Agarra bases
A área perforado	○	⇒	D	▽	50	○	⇒	D	▽	A área perforado
Soltar bases	●	⇒	D	▽	51	●	⇒	D	▽	Soltar bases
A base	○	⇒	D	▽	52	○	⇒	●	▽	espera
Sostiene base	○	⇒	D	▽	53	○	⇒	D	▽	A taladro
Sostiene base	○	⇒	D	▽	54	●	⇒	D	▽	Prende taladro
Sostiene base	○	⇒	D	▽	55	○	⇒	D	▽	A comando taladro
Sostiene base	○	⇒	D	▽	56	●	⇒	D	▽	Baja el comando
Sostiene base	○	⇒	D	▽	57	●	⇒	D	▽	Sube el comando
Sostiene base	○	⇒	D	▽	58	●	⇒	D	▽	Baja el comando

## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 4 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Suelta base	●	⇒	D	▽	69	○	⇒	D	▽	A taladro
Espera	○	⇒	●	▽	60	●	⇒	D	▽	Apaga taladro
Espera	○	⇒	●	▽	61	○	⇒	D	▽	A llave
Espera	○	⇒	●	▽	62	●	⇒	D	▽	Agarra llave
Espera	○	⇒	●	▽	63	●	⇒	D	▽	Afloja broca
Agarra broca	●	⇒	D	▽	64	○	⇒	D	▽	Sostiene llave
Suelta broca	●	⇒	D	▽	66	○	⇒	D	▽	Sostiene llave
A otra broca	○	⇒	D	▽	66	○	⇒	D	▽	Sostiene llave
Agarra broca	●	⇒	D	▽	67	○	⇒	D	▽	Sostiene llave
Coloca en posición	●	⇒	D	▽	68	●	⇒	D	▽	Aprieta broca
A base	○	⇒	D	▽	69	○	⇒	●	▽	espera
Sostiene base	○	⇒	D	▽	70	○	⇒	D	▽	A taladro
Sostiene base	○	⇒	D	▽	71	●	⇒	D	▽	Prende taladro
Sostiene base	○	⇒	D	▽	72	○	⇒	D	▽	A comando taladro
Sostiene base	○	⇒	D	▽	73	●	⇒	D	▽	Baja el comando
Sostiene base	○	⇒	D	▽	74	●	⇒	D	▽	Sube el comando
Sostiene base	○	⇒	D	▽	76	●	⇒	D	▽	Baja el comando
Suelta base	●	⇒	D	▽	76	○	⇒	D	▽	A taladro
Espera	○	⇒	●	▽	77	●	⇒	D	▽	Apaga taladro
Espera	○	⇒	●	▽	78	○	⇒	D	▽	A llave
Espera	○	⇒	●	▽	79	●	⇒	D	▽	Agarra llave
Espera	○	⇒	●	▽	80	●	⇒	D	▽	Afloja broca



## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 5 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Agarra broca	●	→	D	▽	81	○	→	D	▽	Sostiene llave
Suelta broca	●	→	D	▽	82	○	→	D	▽	Sostiene llave
A otra broca	○	→	D	▽	83	○	→	D	▽	Sostiene llave
Agarra broca	●	→	D	▽	84	○	→	D	▽	Sostiene llave
Coloca en posición	●	→	D	▽	85	●	→	D	▽	Aprieta broca
A base	○	→	D	▽	86	○	→	■	▽	espera
Sostiene base	○	→	D	▽	87	○	→	D	▽	A taladro
Sostiene base	○	→	D	▽	88	●	→	D	▽	Prende taladro
Sostiene base	○	→	D	▽	89	○	→	D	▽	A comando taladro
Sostiene base	○	→	D	▽	90	●	→	D	▽	Baja el comando
Sostiene base	○	→	D	▽	91	●	→	D	▽	Sube el comando
Sostiene base	○	→	D	▽	92	●	→	D	▽	Baja el comando
Suelta base	●	→	D	▽	93	○	→	D	▽	A taladro
Espera	○	→	■	▽	94	●	→	D	▽	Apaga taladro
A lote bases	○	→	D	▽	95	○	→	D	▽	A lote bases
Agarra bases	●	→	D	▽	96	●	→	D	▽	Agarra bases
A cuarto soldadura	○	→	D	▽	97	○	→	D	▽	A cuarto soldadura
Suelta bases	●	→	D	▽	98	●	→	D	▽	Suelta bases
Espera	○	→	■	▽	99	○	→	D	▽	A soldador
Espera	○	→	■	▽	100	●	→	D	▽	Abre válvula oxígeno
Espera	○	→	■	▽	101	●	→	D	▽	Prende el soldador
A mascara	○	→	D	▽	102	○	→	■	▽	espera

## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 6 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Coloca mascara	●	→	D	▽	103	○	→	●	▽	Espera
A base	○	→	D	▽	104	○	→	D	▽	A tornillos
Sostiene base	○	→	D	▽	105	●	→	D	▽	Coloca tornillos
Sostiene base	○	→	D	▽	106	○	→	D	▽	A antorcha
Sostiene base	○	→	D	▽	107	●	→	D	▽	Suelda tornillos
Suelta base	●	→	D	▽	108	●	→	D	▽	Suelta antorcha
A lote bases	○	→	D	▽	109	○	→	D	▽	A lote bases
Agarra bases	●	→	D	▽	110	●	→	D	▽	Agarra bases
A troquel abrir ganchos	○	→	D	▽	111	○	→	D	▽	A troquel abrir ganchos
Suelta bases	●	→	D	▽	112	●	→	D	▽	Suelta bases
Agarra base	●	→	D	▽	113	●	→	D	▽	Agarra base
Sostiene base	○	→	D	▽	114	○	→	D	▽	Sostiene base
Va girando base	●	→	D	▽	115	●	→	D	▽	Va girando base
Coloca a un lado	●	→	D	▽	116	●	→	D	▽	Coloca a un lado
A lote bases	○	→	D	▽	117	○	→	D	▽	A lote bases
Agarra bases	●	→	D	▽	118	●	→	D	▽	Agarra bases
A zona pintura	○	→	D	▽	119	○	→	D	▽	A zona pintura
Suelta bases	●	→	D	▽	120	●	→	D	▽	Suelta bases
A tarro thinner	○	→	D	▽	121	○	→	D	▽	A tapa tarro thinner
Sostiene tarro	○	→	D	▽	122	●	→	D	▽	Gira tapa
A recipiente	○	→	D	▽	123	○	→	●	▽	Espera
Agarra recipiente	●	→	D	▽	124	○	→	●	▽	Espera

## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 7 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Coloca a un lado	●	→	D	▽	125	○	→	●	▽	espera
A tarro <del>thinner</del>	○	→	D	▽	126	○	→	D	▽	A tarro <del>thinner</del>
Vierte <del>thinner</del>	●	→	D	▽	127	●	→	D	▽	Vierte <del>thinner</del>
Suelta tarro	●	→	D	▽	128	●	→	D	▽	Suelta tarro
Espera	○	→	●	▽	129	○	→	D	▽	A tapa
Espera	○	→	●	▽	130	●	→	D	▽	Coloca tapa
A base	○	→	D	▽	131	○	→	D	▽	A brocha
Agarra base	●	→	D	▽	132	●	→	D	▽	Agarra brocha
Sostiene base	○	→	D	▽	133	●	→	D	▽	Brocha a <del>thinner</del>
Sostiene base	○	→	D	▽	134	●	→	D	▽	Limpia base
Sostiene base	○	→	D	▽	135	●	→	D	▽	Suelta brocha
Sostiene base	○	→	D	▽	136	○	→	D	▽	A trapo
Sostiene base	○	→	D	▽	137	●	→	D	▽	Agarra trapo
Sostiene base	○	→	D	▽	138	●	→	D	▽	Seca base
Suelta base	●	→	D	▽	139	●	→	D	▽	Suelta trapo
A pintura	○	→	D	▽	140	○	→	D	▽	A pintura
Agarra tarro pintura	●	→	D	▽	141	●	→	D	▽	Quita tapa tarro
Sostiene tarro	○	→	D	▽	142	○	→	D	▽	A tarro pistola pintar
Vierte pintura	●	→	D	▽	143	○	→	D	▽	Sostiene tarro pistola
Suelta tarro pintura	●	→	D	▽	144	○	→	D	▽	Sostiene tarro pistola
A tapa pistola pintar	○	→	D	▽	145	○	→	D	▽	Sostiene tarro pistola
Coloca tapa	●	→	D	▽	146	○	→	D	▽	Sostiene tarro pistola



## Anexo 7. (Continuación)

Método: Actual Pagina 8 de 8

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
espera	○	→	■	▽	147	○	→	■	▽	A manguera compresor
Espera	○	→	■	▽	148	●	→	■	▽	Coloca manguera
A base	○	→	■	▽	149	○	→	■	▽	A pistola
Sostiene base	○	→	■	▽	150	●	→	■	▽	Agarra pistola
Sostiene base	○	→	■	▽	151	●	→	■	▽	Acciona pistola
Coloca base a un lado	●	→	■	▽	152	○	→	■	▽	espera
A base pintada	○	→	■	▽	153	○	→	■	▽	A base pintada
Agarra base pintada	●	→	■	▽	154	●	→	■	▽	Agarra base pintada
Coloca en horno	●	→	■	▽	155	●	→	■	▽	Coloca en horno
A tapa horno	○	→	■	▽	156	○	→	■	▽	A tapa horno
Sube tapa horno	●	→	■	▽	157	●	→	■	▽	Sube tapa horno
Prende el horno	●	→	■	▽	158	○	→	■	▽	Espera
A pistola	○	→	■	▽	159	○	→	■	▽	A brocha
Sostiene pistola	○	→	■	▽	160	●	→	■	▽	Limpia pistola
Suelta pistola	●	→	■	▽	161	○	→	■	▽	Espera
Apaga horno	●	→	■	▽	162	○	→	■	▽	Espera
A tapa horno	○	→	■	▽	163	●	→	■	▽	A tapa horno
Abre tapa horno	○	→	■	▽	164	●	→	■	▽	Abre tapa horno
A base	○	→	■	▽	165	○	→	■	▽	A base
Agarra base	●	→	■	▽	166	●	→	■	▽	Agarra base
A zona producto terminado	○	→	■	▽	167	○	→	■	▽	A zona producto terminado
acomoda	●	→	■	▽	168	●	→	■	▽	acomoda

## Anexo 8. Estudio de micromovimientos para el área de perforación

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Sostener	SO		1	AL		Alcanzar
Sostener	SO		2	U		Usar
Sostener	SO		3	AL		Alcanzar
Sostener	SO		4	U		Usar
Sostener	SO		5	U		Usar
Sostener	SO		6	U		Usar
Usar	U		7	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		8	U		Usar
Retraso inevitable	DI		9	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		10	SO		Sostener
Retraso inevitable	DI		11	U		Usar
alcanzar	AL		12	SO		Sostener
Usar	U		13	SO		Sostener
Soltar	SL		14	SO		Sostener
Alcanzar	AL		15	SO		Sostener
Usar	U		16	U		Usar
Alcanzar	AL		17	DI		Retraso Inevitable

## Anexo 8. (Continuación)

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	DISTINTIVO COLOR		SÍMBOLO	DISTINTIVO COLOR	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Sostener	SO		18	AL		Alcanzar
Sostener	SO		19	U		Usar
Sostener	SO		20	AL		Alcanzar
Sostener	SO		21	U		Usar
Sostener	SO		22	U		Usar
Sostener	SO		23	U		Usar
Usar	U		24	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		25	U		Usar
Retraso inevitable	DI		26	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		27	SO		Sostener
Retraso inevitable	DI		28	U		Usar
alcanzar	AL		29	SO		Sostener
Usar	U		30	SO		Sostener
Soltar	SL		31	SO		Sostener
Alcanzar	AL		32	SO		Sostener
Usar	U		33	U		Usar
Alcanzar	AL		34	DI		Retraso Inevitable
Sostener	SO		35	AL		Alcanzar
Sostener	SO		36	U		Usar
Sostener	SO		37	AL		Alcanzar
Sostener	SO		38	U		Usar
Sostener	SO		39	U		Usar
Sostener	SO		40	U		Usar
Usar	U		41	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	DI		42	U		Usar

El micromovimiento de perforación se vuelve muy engorroso ya que para llegar a la medida deseada, hay que hacer muchos cambios de broca.

## Anexo 9. Diagrama de actividades múltiples

HOMBRE	TIEMPO	CIZALLA	TIEMPO	TROQUELADORA	TIEMPO	TALADRO DE ARBOL	Tiempo	Soldador	TIEMPO	HORNO	TIEMPO
Coloca lámina sobre la mesa	80 min										
Marca moldes sobre lámina	9h										
		Corta Lámina	9h								
Lleva a la troqueladora	15 min										
				troquelado	9h						
Lleva a cortar pestañas	5min										
		Corta pestañas	2h								
Marca huecos	2h										
Lleva a taladro	5 min										
						Perfora	5h				
Lleva a soldadura	5min										
								suelta	5h		
Abre ganchos	1h										
Lleva a limpieza	5 min										
Limpia	1h										
Pinta	1h										
Lleva al horno	15 min										
										Hornea	20 min
Lleva a zona de P.t	5 min										

## Anexo 9. (Continuación)

Al finalizar este ciclo en donde se cuenta la trazada, cortada, troquelada de las 40 láminas, que representa aproximadamente de 300 a 320 bases dependiendo de la programación de producción y ventas, después de la troquelada se cuentan 32 bases para finalizar la semana, el estimado de producción a la siguiente semana es de 80 bases.

### Cuadro Resumen

Tiempo (min)	Operario	Cizalla	Troqueladora	Taladro de árbol	Soldador	Horno
<b>Tiempo Activo</b>	16,25	11	9	5	5	0,333
<b>Tiempo Inactivo</b>	30,333	35,583	37,583	41,583	41,583	46,250
<b>Tiempo de ciclo</b>	46,583	46,583	46,583	46,583	46,583	46,583
<b>% Eficiencia</b>	34,88%	23,61%	19,32%	10,73%	10,73%	0,72%
<b>% Ineficiencia</b>	65,12%	76,39%	80,68%	89,27%	89,27%	99,28%

La eficiencia del trabajador aparentemente es del 34,88%, pero en realidad es del 100%, puesto que este maneja las maquinas es decir está ocupado todo el tiempo, es un proceso demasiado artesanal. Por otro lado el horno pareciera una maquina ineficiente, pero es totalmente necesaria para el proceso de secado de las bases, por lo cual no se puede prescindir de él.

## **Anexo 10. Método actual forros**

### **CARTA DE PROCESO FORROS PARA MOTOCICLETA:**

Para la fabricación de los forros contamos con 3 estaciones de trabajo, el área de corte, área de sellado y estampado y área de costura, a continuación se detalla que sucede en cada área.

**Área corte:** En esta estación de trabajo se recibe la orden de producción, de acuerdo a esta la operaria inspecciona cual es el material que debe ubicar en la mesa de trabajo, luego procede a subir el rollo de material a la mesa, después de esto tiene que buscar el molde que debe trazar en el material, procede a ubicar el molde encima del material y trazar la cantidad de forros que haya sido solicitada de acuerdo a las diferentes referencias, luego se realiza el corte utilizando tijeras, es necesario marcar el centro de los cuerpos para los siguientes procesos, por lo que la operaria dobla forro por forro a la mitad y corta en los extremos, lo que se denomina piquete, después de esto lleva los forros a la siguiente sección que es la de sellado y estampado.

**Área de sellado y estampado:** El operario inspecciona que forro le ha sido entregado por la persona de corte y procede a buscar un espacio para trazar y cortar el plantiespuma, que es necesario para que el sellado se vea mucho mejor, después de esto se dirige a la maquina selladora, la enciende y procede a colocar el plantiespuma, encima de este el material que va a ser sellado, y se coloca el clicet que es el que da el grabado al forro, luego se coloca una placa de aluminio la cual ayuda a que se distribuya la corriente por todo el clicet, después se mueve la bandeja hasta el punto indicado y se presiona el botón para activar la máquina, el tiempo en calor se maneja de 30 a 40 segundos y el tiempo de enfriamiento se maneja entre 20 y 30, es decir que una sección de un forro está terminada aproximadamente de 50 segundos a un minuto. Este proceso se hace repetitivamente dependiendo de la cantidad de forros, cuando el forro solo va sellado el operario procede a llevar al área de costura, cuando va sellado y estampado se procede a estampar el forro, para esto se buscan unos moldes que hay en cartulina, se procede a buscar un espacio donde realizar el estampado, por lo general se interrumpe al área de corte para llevar a cabo esta acción, se coloca la parte que tiene que ser estampada encima se coloca el molde de cartulina y luego se coloca la plancha, se aplica pintura p.v.c y luego se pasa con una espátula a través de la plancha para marcar el forro, como el molde de cartulina no deja asentar bien la plancha al forro es necesario hacer una repasada, es decir quitar la cartulina y poner nuevamente la plancha encima para marcar nuevamente, pero este proceso resulta algo engorroso ya que en muchas ocasiones se mancha y el forro y por las

características de la pintura ya no se puede limpiar, por lo que se desperdicia material, tiempo y trabajo.

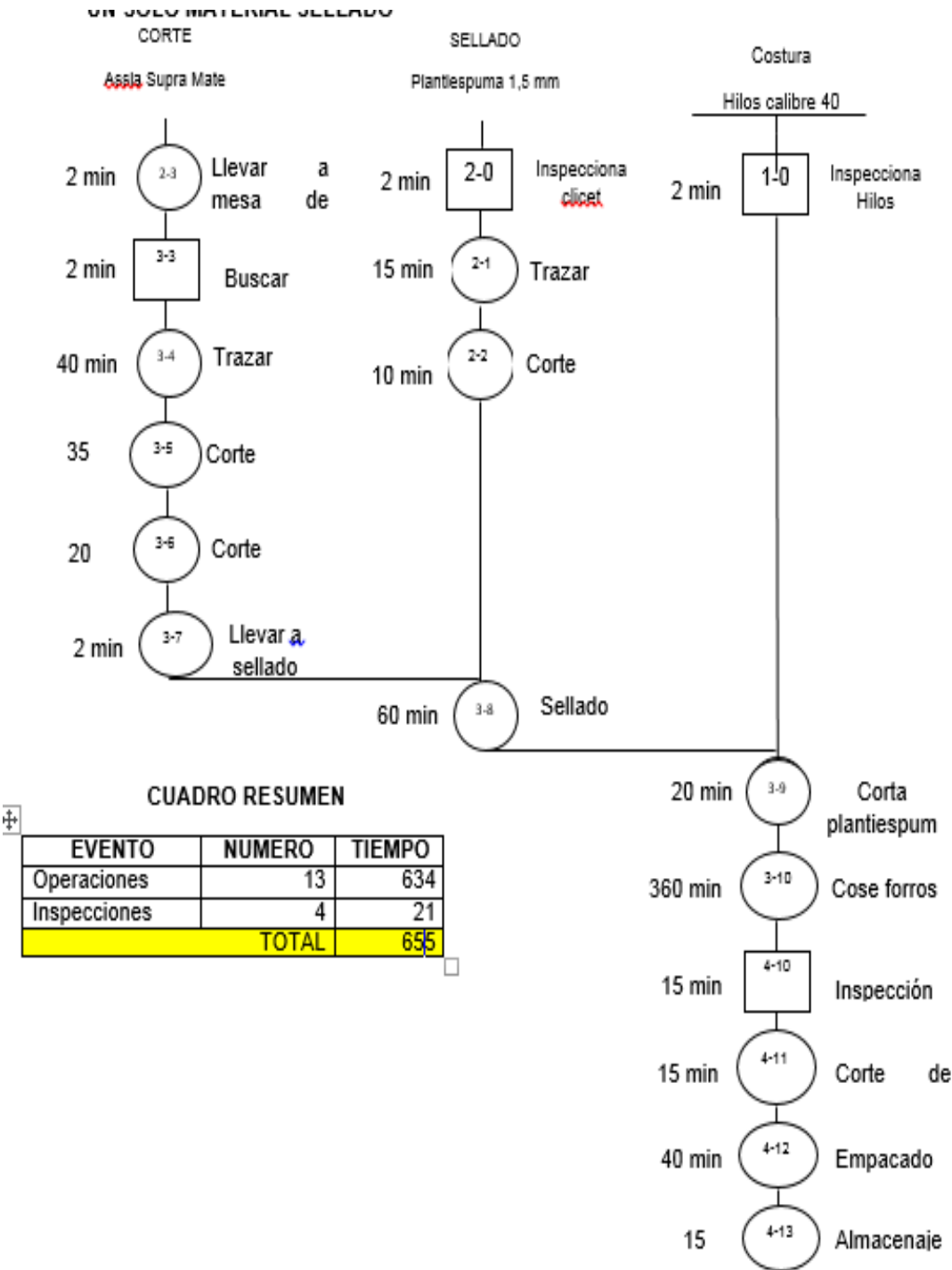
**Área de Costura:** En esta sección la operaria recibe los forros que le suministra el operario de sellado y estampado, si el forro va sellado se procede a cortar el plantiespuma sobrante para que no incomode a la hora de la costura y no se vea por fuera del sellado cuando se instale el forro, después de esto la operaria procede a coser las partes del forro y lo deja en una canasta la cual es revisada después por el jefe de producción el cual se encarga de empacar lo que va a despachar. Al finalizar el día el número total de forros terminados es de 30 a 35.

**Figura 17. Forro dt 125**



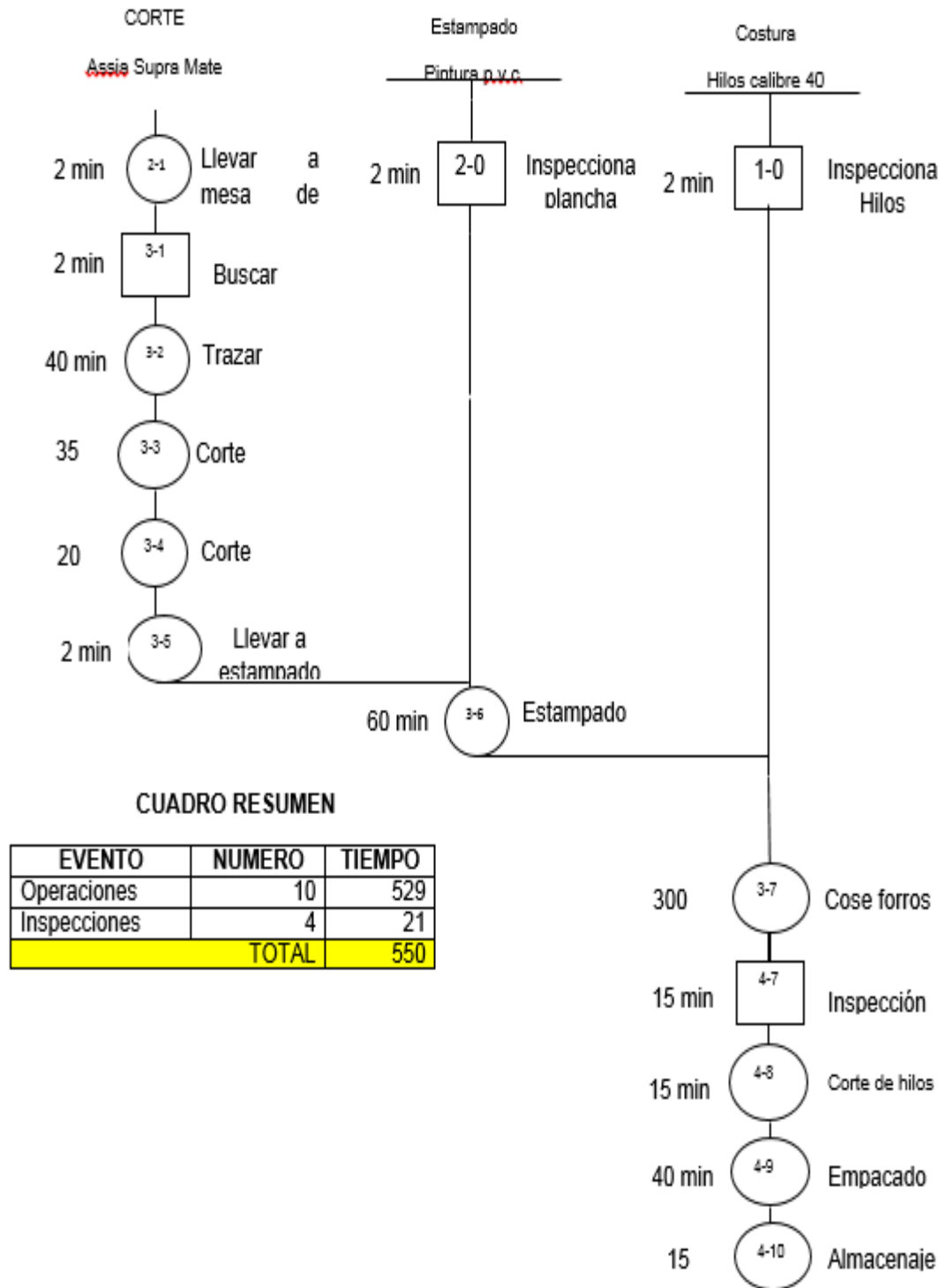
**Fuente:** Forros para moto dt 125, base documental idescol 2013.

**Anexo 11. Diagrama de proceso de operaciones para forros con un solo material sellado**

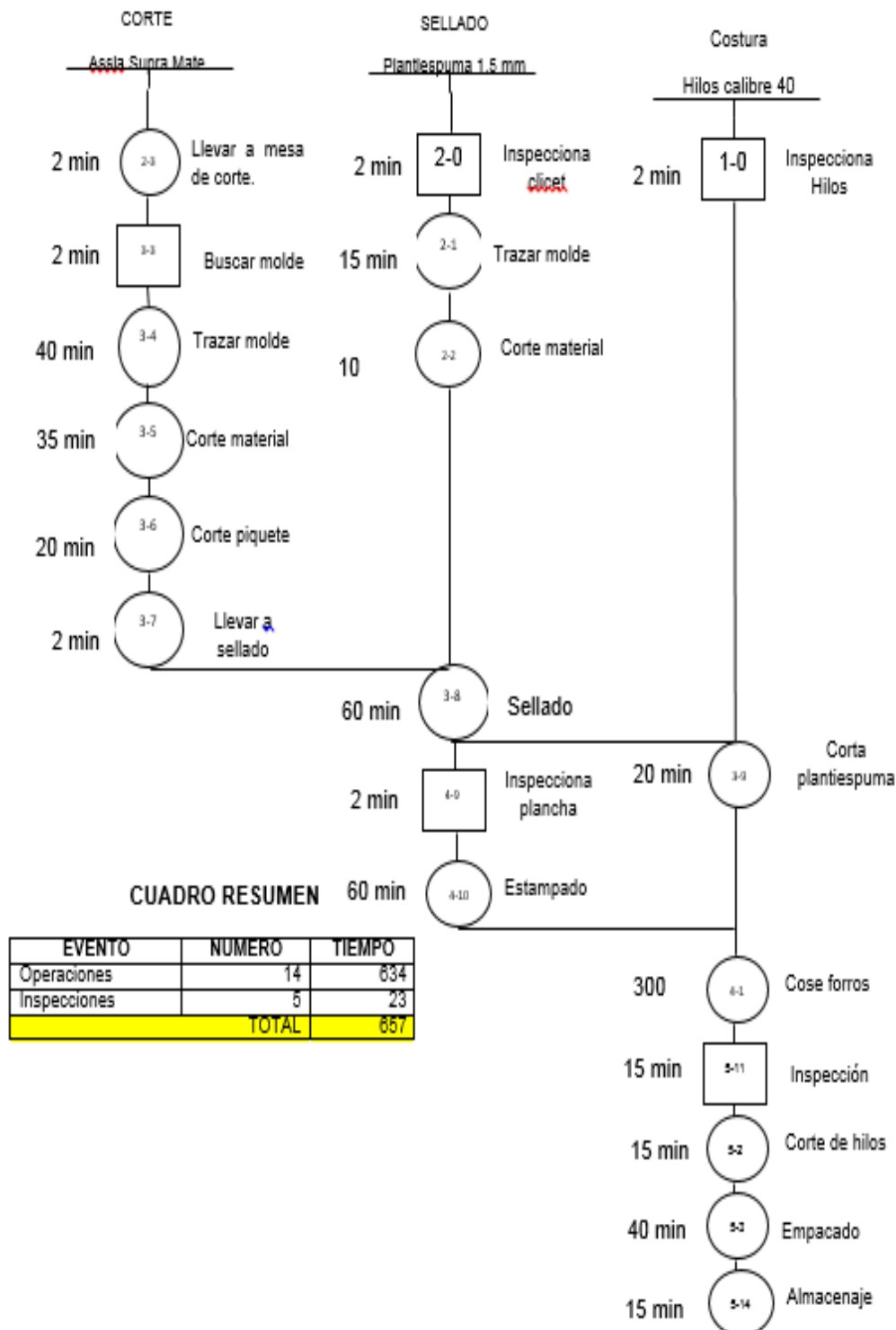




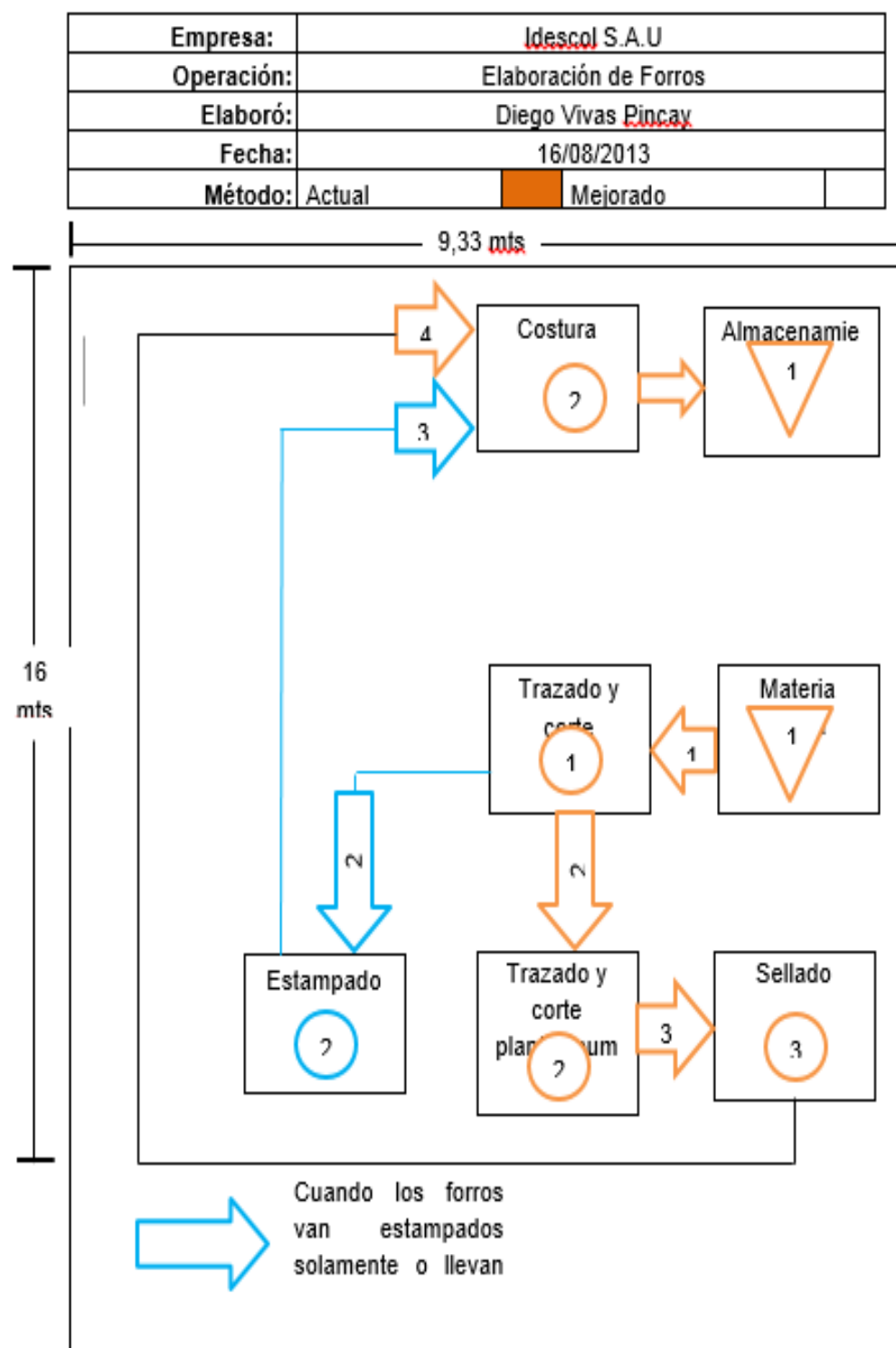
**Anexo 12. Diagrama de proceso de operaciones para forros con un solo material estampado**



**Anexo 13. Diagrama de proceso de operaciones para forros con sellado y estampado**



#### Anexo 14. Diagrama de recorrido elaboración de forros



## Anexo 15. Cursograma analítico tipo operario corte de forros

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	3	95				
	2	4				
	0					
	1	2				
	0					
Distancia	15 mts		mts		mts	

Método actual



Método mejorado



Operación: Corte de forros

Empieza: Área Corte

Termina: área sellado y estampado

Elaboró: Diego Vivas

Fecha: 20/08/13































Cursograma Analítico tipo

Material

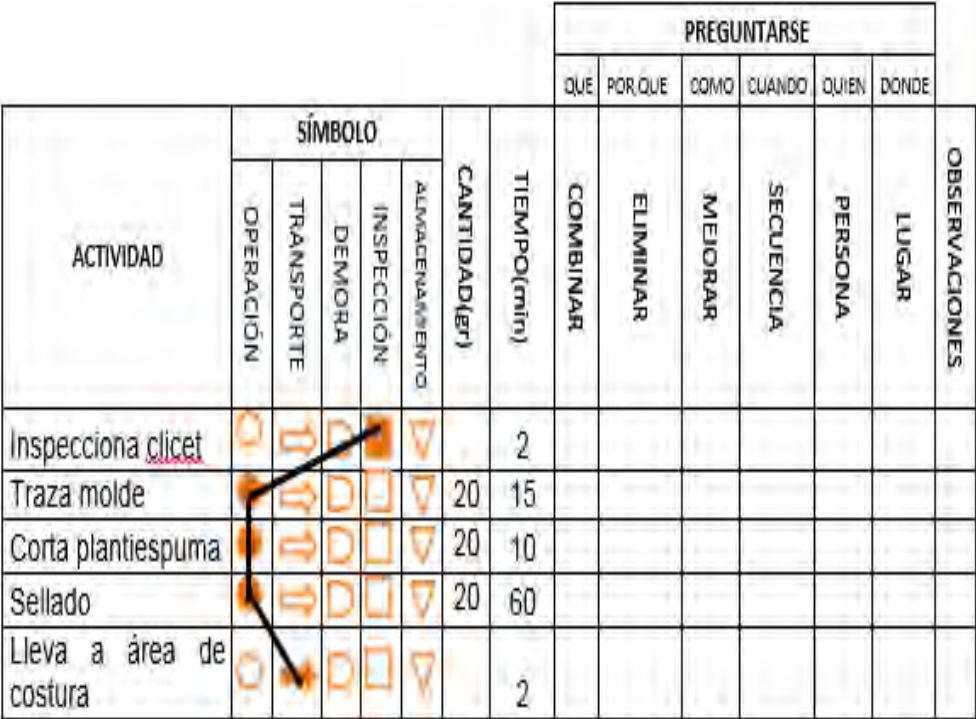


Operario



ACTIVIDAD		SÍMBOLO					CANTIDAD(Und)	TIEMPO(min)	PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
									QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
									COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
		OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORE	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO									
Llevar material a la mesa								2							
Buscar molde a trazar								2							
Trazar molde							20	40							
Cortar material							20	35							
Cortar piquete							20	20							
Llevar a área de sellado y estampado								2							

Anexo 16. Cursograma analítico tipo operario sellado



## Anexo 17. Cursograma analítico tipo operario costura

RESUMEN							Método actual	Método mejorado
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA			
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo		
	4	375						
	0							
	0							
	1	15						
	1	15						
Distancia	<u>mts</u>		<u>mts</u>		<u>mts</u>			

Operación: Costura de forros  
Empieza: Área sellado y estampado  
Termina: Almacenamiento  
Elaboró: Diego Vivas  
Fecha: 20/08/13

Cursograma Analítico tipo

Material ☐ Operario ☒



		PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
		QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
	OPERACIÓN TRANSPORTE DEMORA INSPECCIÓN ALMACENAMIENTO							
Corta plantiespuma	○							
Cose forros	↓							
Inspección	□							
Corte de hilos	↓							
Empacado	□							
almacenaje	↓							




































































## Anexo 18. Cursograma analítico tipo material

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	7	510				
	3	6				
	1	2				
	1	15				
	1	15				
Distancia		mts		mts		mts

Método actual  Método mejorado 

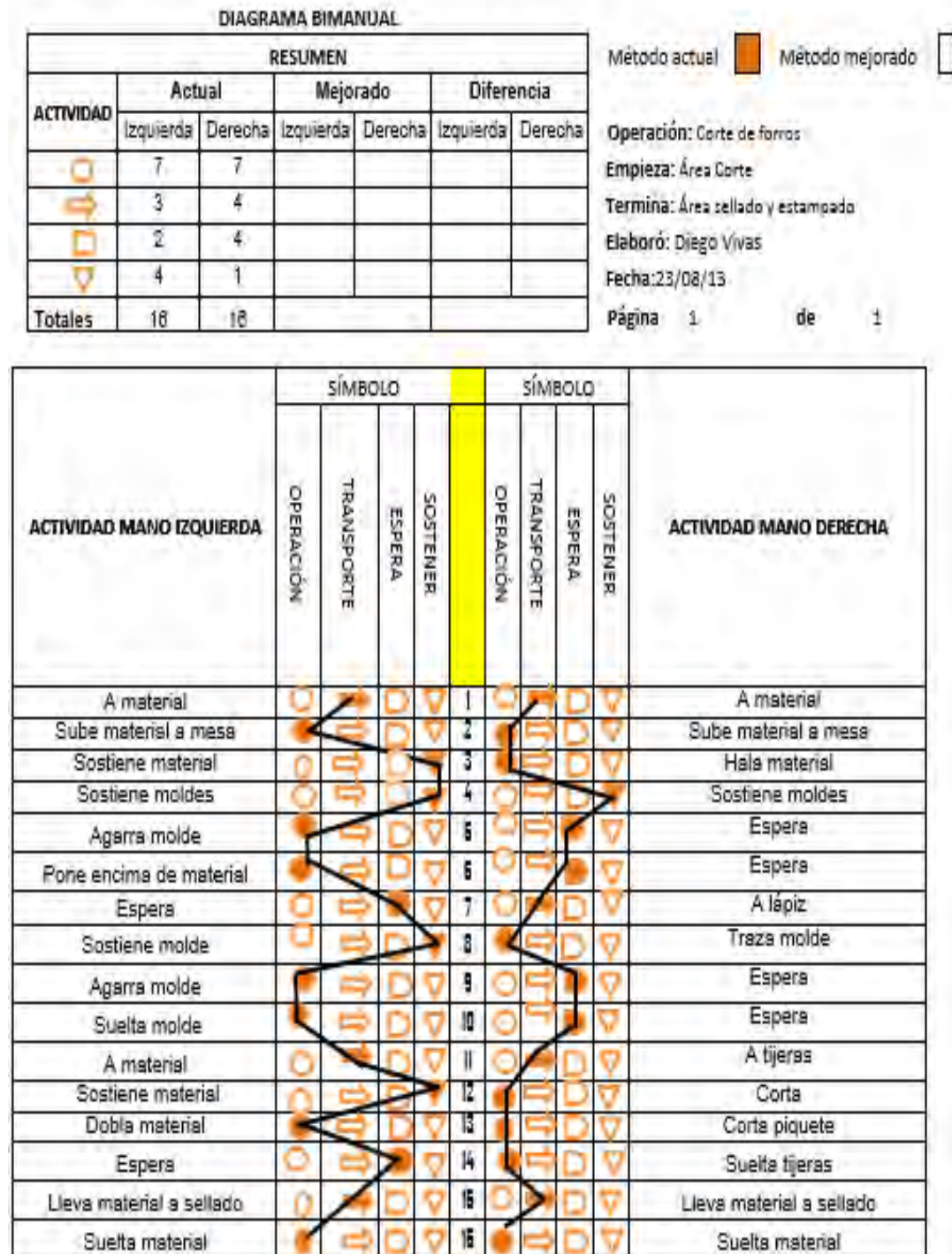
Operación: Elaboración de Forros  
 Empieza: Área Corte  
 Termina: área Almacenamiento  
 Elaboró: Diego Vivas  
 Fecha: 20/08/13

Cursograma Analítico tipo  
 Material  Operario 

ACTIVIDAD		PREGUNTARSE					OBSERVACIONES
		QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	
		COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	
		SÍMBOLO					
		OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO	
		CANTIDAD(Und)					
		TIEMPO(min)					
A mesa de corte							
Demora							
Trazado material						20	40
Cortar Material						20	35
Cortar piquete						20	20
Llevado a área de sellado y estampado						20	2
Sellar						20	60
Llevado a área de costura						20	2
Costura						20	300
Inspeccionado						20	15
Cortar hilos						20	15
Empacado						20	40
Almacenamiento						20	15

## Anexo 19. Diagrama bimanual corte de forros

### ANEXO 19. DIAGRAMA BIMANUAL CORTE DE FORROS





## Anexo 20. Diagrama bimanual sellado

RESUMEN							Método actual	Método mejorado
ACTIVIDAD	Actual		Mejorado		Diferencia			
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
	12	14					<b>Operación:</b> Sellado de forros <b>Empieza:</b> Área sellado <b>Termina:</b> Área costura <b>Elaboró:</b> Diego Vivas <b>Fecha:</b> 23/08/13 <b>Página</b> 1 <b>de</b> 2	
	8	9						
	12	9						
	3	1						
Totales	33	33						

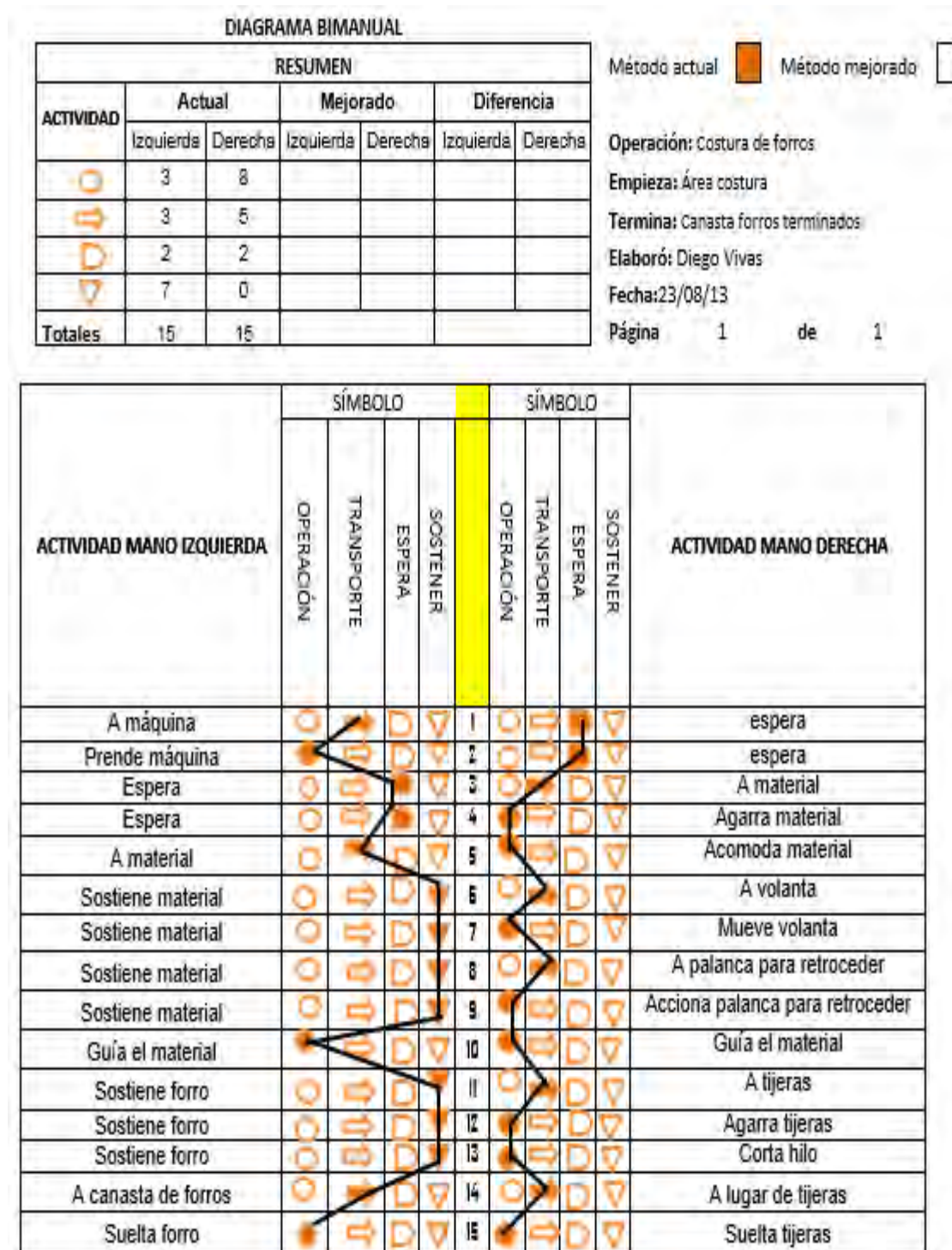
ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Sostiene clicets					1					Sostiene clicets
Agarra molde					2					espera
espera					3					A plantiespuma
espera					4					Hala plantiespuma
Acomoda clicet					5					A lápiz
Sostiene clicet					6					Traza
Agarra clicet					7					Suelta lápiz
Acomoda					8					Espera
A material					9					A tijeras
Sostiene material					10					Corta
espera					11					Suelta tijeras
A planti cortado					12					A material para sellar
Agarra planti cortado					13					Agarra material
Suelta planti en bandeja					14					Suelta material encima del planti
A maquina					15					espera
Prende maquina					16					espera

## Anexo 20. (Continuación)

Método: Actual Página 2 de 2

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
espera	○	→	●	▽	17	○	→	●	▽	A clicet
espera	○	→	●	▽	18	○	→	●	▽	Agarra clicet
espera	○	→	●	▽	19	○	→	●	▽	Acomoda clicet
A placa de aluminio	○	→	●	▽	20	○	→	●	▽	Espera
Agarra placa de aluminio	○	→	●	▽	21	○	→	●	▽	Espera
Suelta encima de clicet	○	→	●	▽	22	○	→	●	▽	espera
espera	○	→	●	▽	23	○	→	●	▽	A maquina
espera	○	→	●	▽	24	○	→	●	▽	Acciona maquina
espera	○	→	●	▽	25	○	→	●	▽	Espera
A placa de aluminio	○	→	●	▽	26	○	→	●	▽	espera
Agarra placa de aluminio	○	→	●	▽	27	○	→	●	▽	A clicet
acomoda	○	→	●	▽	28	○	→	●	▽	Acomoda
Espera	○	→	●	▽	29	○	→	●	▽	A forro
Espera	○	→	●	▽	30	○	→	●	▽	Agarra forro
Espera	○	→	●	▽	31	○	→	●	▽	Acomoda
A área de costura	○	→	●	▽	32	○	→	●	▽	A área de costura
Suelta forros	○	→	●	▽	33	○	→	●	▽	Suelta forros

## Anexo 21. Diagrama bimanual costura





## Anexo 22. Estudio de micromovimientos área de corte

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		1	AL		Alcanzar
Tomar	T		2	T		Tomar
Mover	M		3	M		Mover
Colocar en posición	P		4	P		Colocar en posición
Buscar	B		5	B		Buscar
Seleccionar	SE		6	SO		Sostener
Alcanzar	AL		7	DI		Retraso inevitable
Tomar	T		8	DI		Retraso inevitable
Mover	M		9	DI		Retraso inevitable
Soltar	SL		10	DI		Retraso inevitable
Colocar en posición	P		11	AL		Alcanzar
Sostener	SO		12	T		Tomar
Sostener	SO		13	U		Usar
Alcanzar	AL		14	SL		Soltar
Mover	M		15	DI		Retraso inevitable
Alcanzar	AL		16	AL		Alcanzar
Tomar	T		17	T		Tomar
Sostener	SO		18	U		Usar
Usar	U		19	SO		Sostener
sostener	SO		20	U		Usar
Retraso inevitable	DI		21	SL		Soltar
Alcanzar	AL		22	AL		Alcanzar
Tomar	T		23	T		Tomar
Mover	M		24	M		Mover

Para el micromovimiento de corte se puede observar que ambas manos están siendo utilizadas la gran parte del tiempo, lo que se traduce en eficiencia.

### Anexo 23. Estudio de micromovimientos área de sellado

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Buscar	B		1	B		Buscar
Seleccionar	SE		2	SE		Seleccionar
Alcanzar	AL		3	RI		Retraso inevitable
Tomar	T		4	RI		Retraso inevitable
Mover	M		5	AL		Alcanzar
Colocar en posición	P		6	T		Tomar
Sostener	SO		7	U		Usar
Alcanzar	AL		8	SL		Soltar
Tomar	T		9	AL		Alcanzar
Mover	M		10	T		Tomar
Sostener	SO		11	U		Usar
Alcanzar	AL		12	SL		Soltar
Usar	U		13	RI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	RI		14	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	RI		15	T		Tomar
Retraso inevitable	RI		16	P		Colocar en posición
Alcanzar	AL		17	RI		Retraso inevitable
Tomar	T		18	RI		Retraso inevitable
Mover	M		19	RI		Retraso inevitable
Soltar	SL		20	RI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	RI		21	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	RI		22	U		Usar
Retraso inevitable	RI		23	RI		Retraso inevitable

### Anexo 23. (Continuación)

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		24	RI		Retraso inevitable
Tomar	T		25	AL		Alcanzar
Mover	M		26	T		Tomar
Soltar	SL		27	M		Mover
Retraso inevitable	RI		28	SL		Soltar
Alcanzar	AL		29	AL		Alcanzar
Tomar	T		30	T		Tomar
Mover	M		31	M		Mover
Soltar	SL		32	SL		Soltar

En los micromovimientos de sellado se encuentran muchos retrasos inevitables, tanto en mano derecha como en la mano izquierda, para la primera representa el 28,13% del total de micromovimientos, mientras que para la otra es el 21,88%. Sin embargo cabe destacar que el resto de micromovimientos son eficientes en el proceso de sellado.

## Anexo 24. Estudio de micromovimientos área de costura

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		1	RI		Retraso inevitable
Usar	U		2	RI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	RI		3	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	RI		4	T		Tomar
Alcanzar	AL		5	M		Mover
Sostener	SO		6	SL		Soltar
Sostener	SO		7	AL		Alcanzar
Sostener	SO		8	U		Usar
Sostener	SO		9	AL		Alcanzar
Sostener	SO		10	U		Usar
Usar	U		11	U		Usar
Sostener	SO		12	AL		Alcanzar
Sostener	SO		13	T		Tomar
Sostener	SO		14	U		Usar
Soltar	SL		15	SL		Soltar

Para los micromovimientos del área de costura, nos encontramos que la mano izquierda 53,33% de su utilización es sosteniendo los forros, es decir se encuentra un porcentaje muy alto, sin embargo es la forma adecuada de operar la máquina.

## Anexo 25. Diagrama de actividades múltiples área de corte

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U				
<b>Operación:</b>	Corte Material				
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay				
<b>Fecha:</b>	16/08/2013				
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado		
<b>HOMBRE</b>	<b>TIEMPO</b>		<b>TIJERAS</b>	<b>TIEMPO</b>	
Poner material en mesa	2 min				
buscar molde	2 min				
trazar material	40 min				
			corte material	35 min	
			corte piquete	20 min	
llevar a sellado y estampado	2 min				

### Cuadro resumen

Tiempo (min)	Operario	Tijeras
<b>Tiempo Activo</b>	46	55
<b>Tiempo Inactivo</b>	55	46
<b>Tiempo de ciclo</b>	101	101
<b>% Eficiencia</b>	45,54%	54,46%
<b>% Ineficiencia</b>	54,46%	45,54%

Esta es una actividad que aparentemente muestra que el trabajador es ineficiente, sin embargo hay que tener en cuenta que el operario es quien maneja las tijeras, por lo que su utilización real sería del 100%, a pesar de no estar en el óptimo de utilización las tijeras tienen un porcentaje alto dentro del proceso. Es un proceso hecho totalmente a mano, lo que lo vuelve lento y genera fatiga en la operaria, todo esto ocasiona que no llegue la suficiente cantidad de materiales a los procesos siguientes.



## Anexo 26. Diagrama de actividades múltiples de sellado

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U				
<b>Operación:</b>	Sellado				
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay				
<b>Fecha:</b>	16/08/2013				
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado		
<b>HOMBRE</b>	<b>TIEMPO</b>		<b>SELLADORA</b>	<b>TIEMPO</b>	
Inspecciona clicet	2				
Traza molde	15				
Corta plantiespuma	10				
			Sellado	60	
Lleva a área de costura	2				

### Cuadro resumen

Tiempo (min)	Operario	Selladora
<b>Tiempo Activo</b>	29	60
<b>Tiempo Inactivo</b>	60	29
<b>Tiempo de ciclo</b>	89	89
<b>% Eficiencia</b>	32,58%	67,42%
<b>% Ineficiencia</b>	67,42%	32,58%

En este punto nos encontramos con una ineficiencia del trabajador del 67,42% que es muy elevada, sin embargo hay que tener presente de que el operario maneja la maquina selladora, y durante el trabajo de esta está pendiente de los valores de corriente que esta genera. Sin embargo parte de su ineficiencia es la demora en tener materiales provenientes del área de corte.

## Anexo 27. Diagrama de actividades múltiples área de costura

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U			
<b>Operación:</b>	Costura			
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay			
<b>Fecha:</b>	16/08/2013			
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado	
<b>HOMBRE</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>MAQUINA COSER</b>	<b>TIEMPO</b>	
Corta plantiespuma	20			
		Cose forros	300	
Inspección	15			
Corte de hilos	15			
Empacado	40			
almacenaje	15			

### Cuadro Resumen

Tiempo (min)	Operario	Maquina coser
<b>Tiempo Activo</b>	105	300
<b>Tiempo Inactivo</b>	300	105
<b>Tiempo de ciclo</b>	405	405
<b>% Eficiencia</b>	25,93%	74,07%
<b>% Ineficiencia</b>	74,07%	25,93%

Al igual que en los anteriores procesos pareciera que el porcentaje de ineficiencia de la operaria fuera alto, pero hay que tener en cuenta que es ella quien opera la máquina de coser, por lo cual su eficiencia seria del 100%, sin embargo hay que tener en cuenta que la operaria muchas veces realiza su labor de una forma muy calmada esto debido a que no llegan los materiales necesarios para dar todo su potencial.

## Anexo 28. Estudio de tiempos bases metálicas

Dividir la tarea en elemento:

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Alistar lámina, colocar sobre la mesa
2	Repetitivo Manual	Marcar el molde encima de la lámina.
3	Repetitivo, Manual, variable	Cortar la lámina.
4	Repetitivo Manual, variable	Llevar a <u>troqueladora</u> y troquelar.
5	Repetitivo, Manual, variable	Llevar a corte de pestañas y cortar las pestañas.
6	Repetitivo, manual, variable	Marcar huecos, llevar a taladro de árbol y perforar
7	Repetitivo, manual, variable	Llevar a soldadura y suelda
8	Repetitivo, manual	Abrir ganchos
9	Repetitivo, manual	Llevar a limpieza y limpiar
10	Repetitivo, manual	Pintar
11	Repetitivo, mecánico	Llevar a horno y hornear
12	Repetitivo, manual	Llevar a zona de producto terminado

## Anexo 29. Tiempos de la operación y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 100%, debido a que el observador considera que el operario tiene la habilidad y la experiencia necesaria.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	1,38	1
2	1,36	1
3	1,33	1
4	1,30	1
5	1,31	1

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	9,05	1
2	8,95	1
3	9,10	1
4	9,06	1
5	9,02	1

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	9,15	1
2	8,90	1
3	9,08	1
4	9,12	1
5	9,10	1

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	9,30	1
2	9,20	1
3	9,25	1
4	9,27	1
5	9,24	1

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	2,08	1
2	2,10	1
3	2,06	1
4	2,10	1
5	2,11	1

ELEMENTO 6		
MUESTRA	To	V
1	7,09	1
2	7,10	1
3	7,08	1
4	7,06	1
5	7,11	1

ELEMENTO 7		
MUESTRA	To	V
1	5,08	1
2	5,10	1
3	5,06	1
4	5,10	1
5	5,11	1

ELEMENTO 8		
MUESTRA	To	V
1	1,08	1
2	1,05	1
3	1,02	1
4	1,05	1
5	1,03	1

ELEMENTO 9		
MUESTRA	To	V
1	1,05	1
2	1,08	1
3	1,08	1
4	1,05	1
5	1,06	1

ELEMENTO 10		
MUESTRA	To	V
1	1,04	1
2	1,02	1
3	1,06	1
4	1,03	1
5	1,04	1

ELEMENTO 11		
MUESTRA	To	V
1	0,60	1
2	0,63	1
3	0,58	1
4	0,59	1
5	0,58	1

ELEMENTO 12		
MUESTRA	To	V
1	0,089	1
2	0,090	1
3	0,088	1
4	0,083	1
5	0,085	1

### Anexo 30. Determinar número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
1,38	1,904
1,36	1,850
1,33	1,769
1,3	1,690
1,31	1,716
<b>6,68</b>	<b>8,929</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 8,929) - (6,68)^2)}}{6,68} \right]^2 = 0,81$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
9,05	81,9025
8,95	80,1025
9,1	82,81
9,06	82,0836
9,02	81,3604
<b>45,18</b>	<b>408,259</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 408,259) - (45,18)^2)}}{45,18} \right]^2 = 0,049$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
9,15	83,7225
8,9	79,21
9,08	82,4464
9,12	83,1744
9,1	82,81
<b>45,35</b>	<b>411,363</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 411,363) - (45,35)^2)}}{45,35} \right]^2 = 0,149$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
9,3	86,49
9,2	84,64
9,25	85,5625
9,27	85,9329
9,24	85,3776
<b>46,26</b>	<b>428,003</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 428,003) - (46,26)^2)}}{46,26} \right]^2 = 0,020$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
2,08	4,326
2,1	4,410
2,06	4,244
2,1	4,410
2,11	4,452
<b>10,45</b>	<b>21,842</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 21,842) - (10,45)^2)}}{10,45} \right]^2 = 0,10$$

ELEMENTO 6	
X	X <sup>2</sup>
7,09	50,268
7,1	50,410
7,08	50,126
7,06	49,844
7,11	50,552
<b>35,44</b>	<b>251,200</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 251,20) - (35,44)^2)}}{35,44} \right]^2 = 0,008$$

ELEMENTO 7	
X	X <sup>2</sup>
5,08	25,806
5,1	26,010
5,06	25,604
5,1	26,010
5,11	26,112
<b>25,45</b>	<b>129,542</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 129,542) - (25,45)^2)}}{25,45} \right]^2 = 0,018$$

ELEMENTO 8	
X	X <sup>2</sup>
1,08	1,166
1,05	1,103
1,02	1,040
1,05	1,103
1,03	1,061
<b>5,23</b>	<b>5,473</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 5,473) - (5,23)^2)}}{5,23} \right]^2 = 0,70$$

ELEMENTO 9	
X	X <sup>2</sup>
1,05	1,103
1,08	1,166
1,08	1,166
1,05	1,103
1,06	1,124
<b>5,32</b>	<b>5,661</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 5,661) - (5,32)^2)}}{5,32} \right]^2 = 0,15$$



ELEMENTO 10	
X	X <sup>2</sup>
1,04	1,082
1,02	1,040
1,06	1,124
1,03	1,061
1,04	1,082
<b>5,19</b>	<b>5,388</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 5,388) - (5,19)^2)}}{5,19} \right]^2 = 0,231$$

ELEMENTO 11	
X	X <sup>2</sup>
0,59	0,3481
0,6	0,36
0,58	0,3364
0,57	0,3249
0,56	0,3136
<b>2,9</b>	<b>1,683</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1,683) - (2,9)^2)}}{2,9} \right]^2 = 0,95$$

ELEMENTO 12	
X	X <sup>2</sup>
0,089	0,00792
0,087	0,00757
0,088	0,00774
0,086	0,00739
0,085	0,00723
<b>0,435</b>	<b>0,03786</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 0,03786) - (0,435)^2)}}{0,435} \right]^2 = 0,634$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:**  $0,81 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 2:**  $0,049 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 3:**  $0,149 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 4:**  $0,020 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 5:**  $0,1 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 6:**  $0,008 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 7:**  $0,018 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 8:**  $0,70 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 9:**  $0,15 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 10:**  $0,231 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 11:**  $0,95 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 12:**  $0,634 \approx 1$  muestra



## Anexo 31. Tiempo observado y normal de la operación

ELEMENTO	hrs	1	2	3	4	5	TN
1	To	1,38	1,36	1,33	1,3	1,31	1,336
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,38	1,36	1,33	1,3	1,31	
2	To	9,05	8,95	9,1	9,06	9,02	9,036
	V	1	1	1	1	1	
	TN	9,05	8,95	9,1	9,06	9,02	
3	To	9,15	8,9	9,08	9,12	9,1	9,07
	V	1	1	1	1	1	
	TN	9,15	8,9	9,08	9,12	9,1	
4	To	9,3	9,2	9,25	9,27	9,24	9,252
	V	1	1	1	1	1	
	TN	9,3	9,2	9,25	9,27	9,24	
5	To	2,08	2,1	2,06	2,1	2,11	2,09
	V	1	1	1	1	1	
	TN	2,08	2,1	2,06	2,1	2,11	
6	To	7,09	7,1	7,08	7,06	7,11	7,088
	V	1	1	1	1	1	
	TN	7,09	7,1	7,08	7,06	7,11	
7	To	5,08	5,1	5,06	5,1	5,11	5,09
	V	1	1	1	1	1	
	TN	5,08	5,1	5,06	5,1	5,11	
8	To	1,08	1,05	1,02	1,05	1,03	1,046
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,08	1,05	1,02	1,05	1,03	
9	To	1,05	1,08	1,08	1,05	1,06	1,064
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,05	1,08	1,08	1,05	1,06	
10	To	1,04	1,02	1,06	1,03	1,04	1,038
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,04	1,02	1,06	1,03	1,04	
11	To	0,59	0,6	0,58	0,57	0,56	0,58
	V	1	1	1	1	1	
	TN	0,59	0,6	0,58	0,57	0,56	
12	To	0,089	0,087	0,088	0,086	0,085	0,087
	V	1	1	1	1	1	
	TN	0,089	0,087	0,088	0,086	0,085	
TN							46,777

### Anexo 32. Calcular los suplementos

A continuación se realiza el cálculo de los suplementos del trabajador que elabora las bases metálicas.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	15	0,05	0,75
almuerzo	5	1	5
			5,75

$$48 \longrightarrow 100\%$$

$$5,75 \longrightarrow x$$

$$\frac{5,75}{48} * 100 = 11,98 \%$$

### Anexo 33. Calcular tiempo estándar

A continuación se muestra el tiempo estándar de la realización de bases metálicas teniendo en cuenta los tiempos de suplementos y el tiempo normal de la operación.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{46,777}{(1 - 0.1198)} = 53,14$$

El tiempo estándar para la elaboración de 32 bases metálicas es de 53,14 horas, esto debido a que es un proceso totalmente artesanal y demanda mucha capacidad del trabajador.

#### Anexo 34. Estudio de tiempos área de corte

Dividir la tarea en elementos

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Llevar material a la mesa
2	Repetitivo Manual	Buscar molde a trazar
3	Repetitivo, Manual, variable	Trazar molde
4	Repetitivo Manual,	Cortar material y piquete
5	Repetitivo, Manual,	Llevar a área de sellado y estampado

### Anexo 35. Tiempos de la operación y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 90%, debido a que el observador considera que el operario está terminando de conocer bien la nueva máquina de corte.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	2,02	0,9
2	2,04	0,9
3	1,98	0,9
4	2,03	0,9
5	2,04	0,9

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	2,05	0,9
2	2,06	0,9
3	2,04	0,9
4	2,06	0,9
5	2,07	0,9

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	40,05	0,9
2	40,02	0,9
3	39,97	0,9
4	40,04	0,9
5	40,01	0,9

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	55,05	0,9
2	55,02	0,9
3	54,95	0,9
4	55,04	0,9
5	55,05	0,9

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	2,02	0,9
2	2,04	0,9
3	2,06	0,9
4	2,03	0,9
5	2,01	0,9

### Anexo 36. Determinar número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
2,02	4,0804
2,04	4,1616
1,98	3,9204
2,03	4,1209
2,04	4,1616
<b>10,11</b>	<b>20,4449</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 20,4449) - (10,11)^2)}}{10,11} \right]^2 = 0,194$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
2,05	4,2025
2,06	4,2436
2,04	4,1616
2,06	4,2436
2,07	4,2849
<b>10,28</b>	<b>21,1362</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 21,1362) - 10,28^2)}}{10,28} \right]^2 = 0,039$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
40,05	1604,0025
40,02	1601,6004
39,97	1597,6009
40,04	1603,2016
40,01	1600,8001
<b>200,09</b>	<b>8007,206</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 8007,206) - (200,09)^2)}}{200,09} \right]^2 = 0,0008$$

<b>ELEMENTO 4</b>	
<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
55,05	3030,5025
55,02	3027,2004
54,95	3019,5025
55,04	3029,4016
55,05	3030,5025
<b>275,11</b>	<b>15137,110</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 15137,110) - (275,11)^2)}}{275,11} \right]^2 = 0,0008$$

<b>ELEMENTO 5</b>	
<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
2,02	4,0804
2,04	4,1616
2,06	4,2436
2,03	4,1209
2,01	4,0401
<b>10,16</b>	<b>20,647</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 20,647) - (10,16)^2)}}{10,16} \right]^2 = 0,14$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,194 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,039 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,65 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:** 0,36 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 5:** 0,14 ≈ 1 muestra



### Anexo 37. Tiempo Observado y tiempo normal

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	2,02	2,04	1,98	2,03	2,04	<b>1,8198</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	1,818	1,836	1,782	1,827	1,836	
<b>2</b>	<b>To</b>	2,05	2,06	2,04	2,06	2,07	<b>1,8504</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	1,845	1,854	1,836	1,854	1,863	
<b>3</b>	<b>To</b>	40,05	40,02	39,97	40,04	40,01	<b>36,0162</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	36,045	36,018	35,973	36,036	36,009	
<b>4</b>	<b>To</b>	55,05	55,02	54,95	55,04	55,05	<b>49,5198</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	49,545	49,518	49,455	49,536	49,545	
<b>5</b>	<b>To</b>	2,02	2,04	2,06	2,03	2,01	<b>1,8288</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	1,818	1,836	1,854	1,827	1,809	
<b>TN</b>							<b>91,035</b>

El tiempo normal de operación para el área de corte es de aproximadamente 91 minutos.

### Anexo 38. Calcular suplementos

A continuación se muestran los suplementos para el área de corte de material para forros.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	4	5	20
almuerzo	1	60	60
			80

$$540 \longrightarrow 100\%$$

$$80 \longrightarrow x$$

$$\frac{80}{540} * 100 = 14,81 \%$$

### Anexo 39. Calcular tiempo estándar

A continuación se calcula el tiempo estándar de operación, para el área de corte de materiales para forros.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{91,035}{(1 - 0.1481)} = 106,86$$

El tiempo estándar de operación para el área de corte de materiales para forros es de 106,86 minutos.

#### Anexo 40. Estudio de tiempos área de sellado

A continuación se divide la tarea de sellado de material en elementos para hacer más fácil su estudio

**Dividir la tarea en elementos:**

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Buscar <u>clicet</u>
2	Repetitivo Manual	Trazar molde en plantiespuma
3	Repetitivo, Manual, variable	Cortar plantiespuma
4	Repetitivo Manual,	Sellado, corte plantiespuma sobrante
5	Repetitivo, Manual,	Lleva a área de costura

#### Anexo 41. Tiempos de la operación y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 100%.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	2,02	1
2	2,04	1
3	1,98	1
4	2,03	1
5	2,04	1

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	15,05	1
2	15,06	1
3	15,04	1
4	15,06	1
5	15,07	1

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	10,05	1
2	10,02	1
3	10,97	1
4	10,04	1
5	10,01	1

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	60,03	1
2	60,02	1
3	60,05	1
4	60,06	1
5	60,04	1

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	2,02	1
2	2,04	1
3	2,06	1
4	2,03	1
5	2,01	1

## Anexo 42. Número de observaciones necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
2,02	4,0804
2,04	4,1616
1,98	3,9204
2,03	4,1209
2,04	4,1616
<b>10,11</b>	<b>20,4449</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 20,4449) - (10,11)^2)}}{10,11} \right]^2 = 0,194$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
15,05	226,5025
15,06	226,8036
15,04	226,2016
15,06	226,8036
15,07	227,1049
<b>75,28</b>	<b>1133,416</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1133,416) - (75,28)^2)}}{75,28} \right]^2 = 0,0004$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
10,05	101,0025
10,02	100,4004
9,97	99,4009
10,04	100,8016
10,01	100,2001
<b>50,09</b>	<b>501,806</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 501,806) - (50,09)^2)}}{50,09} \right]^2 = 0,013$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
60,07	3608,4
60,06	3607,2
60,05	3606
60,06	3607,2
60,04	3604,8
300,28	18033,62

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 18033,62) - (300,28)^2)}}{300,28} \right]^2 = 0,0004$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
2,02	4,0804
2,04	4,1616
2,06	4,2436
2,03	4,1209
2,01	4,0401
10,16	20,647

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 20,647) - (10,16)^2)}}{10,16} \right]^2 = 0,145$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,194 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,0004≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,013 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:**0,0004≈1 muestra

**Para el Elemento 5:**0,145≈1 muestra

### Anexo 43. Tiempo Observado y tiempo normal de la operación

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	2,02	2,04	1,98	2,03	2,04	<b>2,022</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	2,02	2,04	1,98	2,03	2,04	
<b>2</b>	<b>To</b>	15,05	15,06	15,04	15,06	15,07	<b>15,056</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	15,05	15,06	15,04	15,06	15,07	
<b>3</b>	<b>To</b>	10,05	10,02	9,97	10,04	10,01	<b>10,018</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	10,05	10,02	9,97	10,04	10,01	
<b>4</b>	<b>To</b>	60,07	60,06	60,05	60,06	60,04	<b>60,056</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	60,07	60,06	60,05	60,06	60,04	
<b>5</b>	<b>To</b>	2,02	2,04	2,06	2,03	2,01	<b>2,032</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	2,02	2,04	2,06	2,03	2,01	
							<b>TN</b>
							<b>89,184</b>

El tiempo normal de operación para el área de sellado es de 89,184 minutos.

### Anexo 44. Calcular suplementos

A continuación se muestran los suplementos obtenidos para el área de sellado.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	3	4	12
almuerzo	1	60	60
			72

**540** —————> **100%**

**72** —————> **x**

$$\frac{72}{540} * 100 = 13,33 \%$$

#### Anexo 45. Calcular Tiempo estándar

A continuación se muestra el cálculo del tiempo estándar para el área de sellado.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{89,184}{(1 - 0.1333)} = 102,90$$

El tiempo estándar de operación para el área de sellado es de 102,9 minutos, que representa el sellado de 20 cuerpos de material.

#### Anexo 46. Estudio de tiempos área de costura

Dividir la tarea en elementos:

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Corte plantiespuma
2	Repetitivo Manual	Costura
3	Repetitivo, Manual, variable	inspección
4	Repetitivo Manual, variable	Corte de hilos y empackado.
5	Repetitivo, Manual,	almacenaje



## Anexo 47. Tiempos de la operación y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 100%.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	20,07	1
2	20,04	1
3	19,98	1
4	20,03	1
5	20,04	1

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	300,05	1
2	300,06	1
3	300,04	1
4	300,06	1
5	300,07	1

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	15,05	1
2	15,02	1
3	14,97	1
4	15,04	1
5	15,01	1

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	55,03	1
2	55,02	1
3	55,05	1
4	55,09	1
5	55,06	1

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	15,02	1
2	15,04	1
3	15,06	1
4	15,03	1
5	15,01	1

#### Anexo 48. Determinar número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
20,07	402,8049
20,04	401,6016
19,98	399,2004
20,03	401,2009
20,04	401,6016
<b>100,16</b>	<b>2006,409</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 449497,05) - (1499,16)^2)}}{1499,16} \right]^2 = 0,003$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
300,05	90030,0025
300,06	90036,0036
300,04	90024,0016
300,06	90036,0036
300,07	90042,0049
<b>1500,28</b>	<b>450168,016</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1133,42) - 75,28^2)}}{75,28} \right]^2 = 0,0000$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
15,05	226,5025
15,02	225,6004
14,97	224,1009
15,04	226,2016
15,01	225,3001
<b>75,09</b>	<b>1127,706</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 4505,41) - (150,09)^2)}}{150,09} \right]^2 = 0,006$$

<b>ELEMENTO 4</b>	
<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
55,03	3028,3009
55,02	3027,2004
55,05	3030,5025
55,09	3034,9081
55,06	3031,6036
<b>275,25</b>	<b>15152,516</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 17851,29) - (298,75)^2)}}{298,75} \right]^2 = 0,0003$$

<b>ELEMENTO 5</b>	
<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
15,02	225,60
15,04	226,20
15,06	226,80
15,03	225,90
15,01	225,30
<b>75,16</b>	<b>1129,81</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1129,81) - (75,16)^2)}}{75,16} \right]^2 = 0,006$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,003 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,006≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,002 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:**0,008≈1 muestra

**Para el Elemento 5:**0,006≈1 muestra

## Anexo 49. Tiempo observado y tiempo normal

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	20,07	20,04	19,98	20,03	20,04	<b>20,032</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	20,07	20,04	19,98	20,03	20,04	
<b>2</b>	<b>To</b>	300,05	300,06	300,04	300,06	300,07	<b>300,056</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	300,05	300,06	300,04	300,06	300,07	
<b>3</b>	<b>To</b>	15,05	15,02	14,97	15,04	15,01	<b>15,018</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	15,05	15,02	14,97	15,04	15,01	
<b>4</b>	<b>To</b>	55,03	55,02	55,05	55,09	55,06	<b>55,05</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	55,03	55,02	55,05	55,09	55,06	
<b>5</b>	<b>To</b>	15,02	15,04	15,06	15,03	15,01	<b>15,032</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	15,02	15,04	15,06	15,03	15,01	
<b>TN</b>							<b>405,188</b>

El tiempo normal de operación del área de costura es de 405,188 minutos.

## Anexo 50. Calcular los suplementos

A continuación se calculan los tiempos suplementarios del área de costura, necesarios para obtener el tiempo estándar del proceso.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	4	3,5	14
almuerzo	1	60	60
			74

$$540 \longrightarrow 100\%$$

$$74 \longrightarrow x$$

$$\frac{74}{540} * 100 = 13,70 \%$$

#### **Anexo 51. Calcular tiempo estándar**

A continuación se muestra el cálculo del tiempo estándar para el área de costura.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{405,188}{(1 - 0.1370)} = 469,51$$

El tiempo estándar para el área de costura es de 469,51 minutos que representa una cantidad de 20 forros terminados y empacados

## **Anexo 52. Método mejorado bases metálicas**

### **Examen crítico elaboración de bases metálicas**

En el proceso de producción de las bases metálicas, podemos observar como en varias operaciones el trabajador no emplea al máximo sus recursos, además de tener tareas que se vuelven repetitivas por la capacidad tan baja de los equipos, también tenemos operaciones realizadas con una sola mano, mientras que la otra se encuentra en reposo. En el análisis del método nos encontramos con unos tiempos muy grandes en operaciones que nos demandan más tiempo del requerido en la producción, estos tiempos son los que vamos a mejorar con el nuevo método, reduciéndolos con la implementación de nuevas herramientas y con mayor eficiencia del empleado.

### **Mejoras propuestas para la elaboración de bases metálicas**

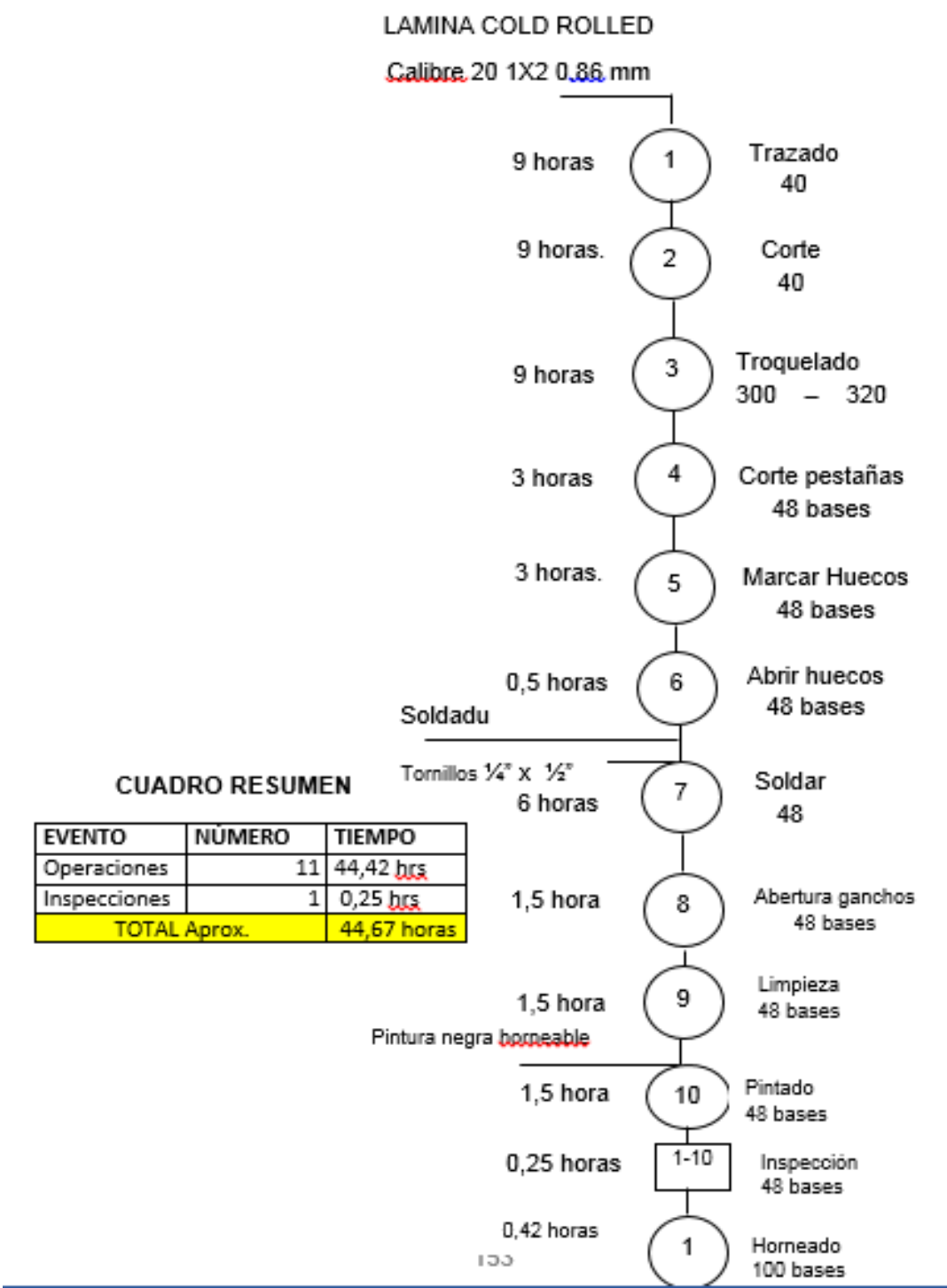
- En el área de perforación se está consumiendo demasiado tiempo al utilizar taladro para abrir los huecos de las bases, esto debido a que hay que utilizar tres brocas para llegar al diámetro ideal, es por este motivo que se plantea la utilización de un buril con la medida deseada, el cual es accionado por una palanca utilizando la fuerza del pie, con accionar una sola vez obtendremos la abertura requerida, lo que nos ahorra un tiempo muy significativo.
- El horno es un factor de retraso ya que solo deja hornear máximo 32 bases al tiempo, en muchas ocasiones se da la orden al operario de que realice la tarea de pintura los días viernes, por lo que en muchas ocasiones y debido a la capacidad del horno termina su jornada de trabajo y no alcanza a pintar las bases necesarias para despachar los pedidos, es por este motivo que se decidió realizar una ampliación de la capacidad del horno, teniendo en cuenta de que es factible económica y operativamente, la nueva capacidad del horno es de 100 bases por horneada, con una duración en tiempo estimada de 25 min.

### Anexo 53. Carta de procesos bases metálicas

Para la realización de las bases metálicas contamos con lamina coldrolled calibre 20 1x2 0,86 mm, la cual es dejada directamente en el área de trazado y corte por los operarios de la empresa a la cual se le compra. El proceso empieza cuando el operario levanta y lleva una lámina hacia una mesa para mayor comodidad, ya estando la lámina puesta el operario empieza el trace con un molde de acuerdo a la orden de producción que se le haya entregado, este proceso es repetitivo hasta marcar las cuarenta láminas que son las que generalmente llegan a la empresa cada dos meses aproximadamente, esto va variando de acuerdo a la rotación del producto, el proceso de trazado de las cuarenta láminas dura todo un día. Al día siguiente se hace el corte con una cizalla Bosch, al final de la jornada de trabajo queda toda la lámina picada. En el tercer día la lámina picada es troquelada, dependiendo de la combinación de producción aproximadamente son entre 300 a 320 bases. Por semana la producción estimada es de ochenta bases, por lo que en los dos días siguientes la producción será de 48 bases, las cuales son definidas de acuerdo a la prioridad de entrega de pedidos, ya estando troqueladas las bases se hace un nuevo corte a las pestañas para dejarlas ya en su largo original, este corte es realizado con la cizalla Bosch, luego de esto se coloca encima de la base una plantilla para marcar el lugar de las perforaciones, las cuales deben ser lo más exactas posibles para que la base calce bien en la moto, luego son llevadas a la zona de perforación donde con la utilización de un buril se realiza la abertura, quedando de una vez con la medida original, luego es llevada al cuarto de soldadura donde se sueldan los tornillos de  $\frac{1}{4}$  x  $\frac{1}{2}$  que varían en cantidad de acuerdo a la base, van desde dos hasta cuatro. Luego son llevadas hasta un troquel que abre los ganchos de donde se pegan los forros, luego son llevados al área de pintura, donde se les realiza un baño con thinner, para evitar el óxido, luego son pintadas con pintura negra horneable, después son llevadas al horno al cual fue ampliada su capacidad para que rindiera más la horneada, allí permanecen durante veinte minutos aproximadamente, cuando ya se enfrían son llevadas al área de producto terminado.



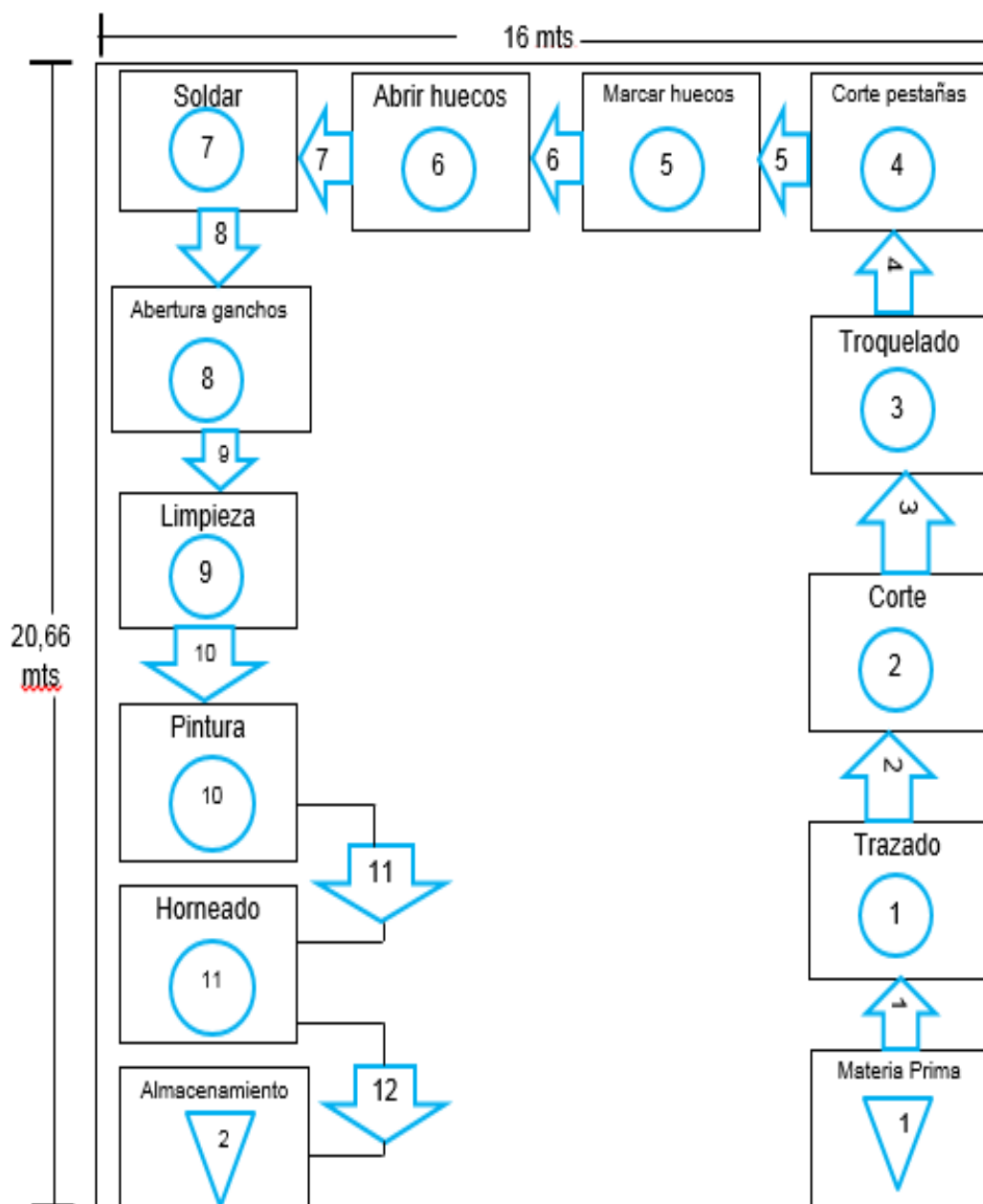
Anexo 54. Diagrama de proceso de operaciones elaboración bases metálicas





## Anexo 55. Diagrama de recorrido mejorado bases

Empresa:	Idescol S.A.U		
Operación:	Elaboración de Bases metálicas		
Elaboró:	Diego Vivas Pincay		
Fecha:	16/08/2013		
Método:	Actual	Mejorado	



Anexo 56. Cursograma analítico tipo operario

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
○	11	44,666	11	44,42	0	0,246
□	6	0,615	6	0,615	0	0
△						
▽	1	0,25	1	0,25	0	0
	1	0,166	1	0,166	0	0
Distancia	mts		mts		mts	

Método actual ☐ Método mejorado ☒

Operación: Elaboración de bases metálicas

Empieza: Área trazado y corte

Termina: Almacenamiento

Elaboró: Diego Vivas

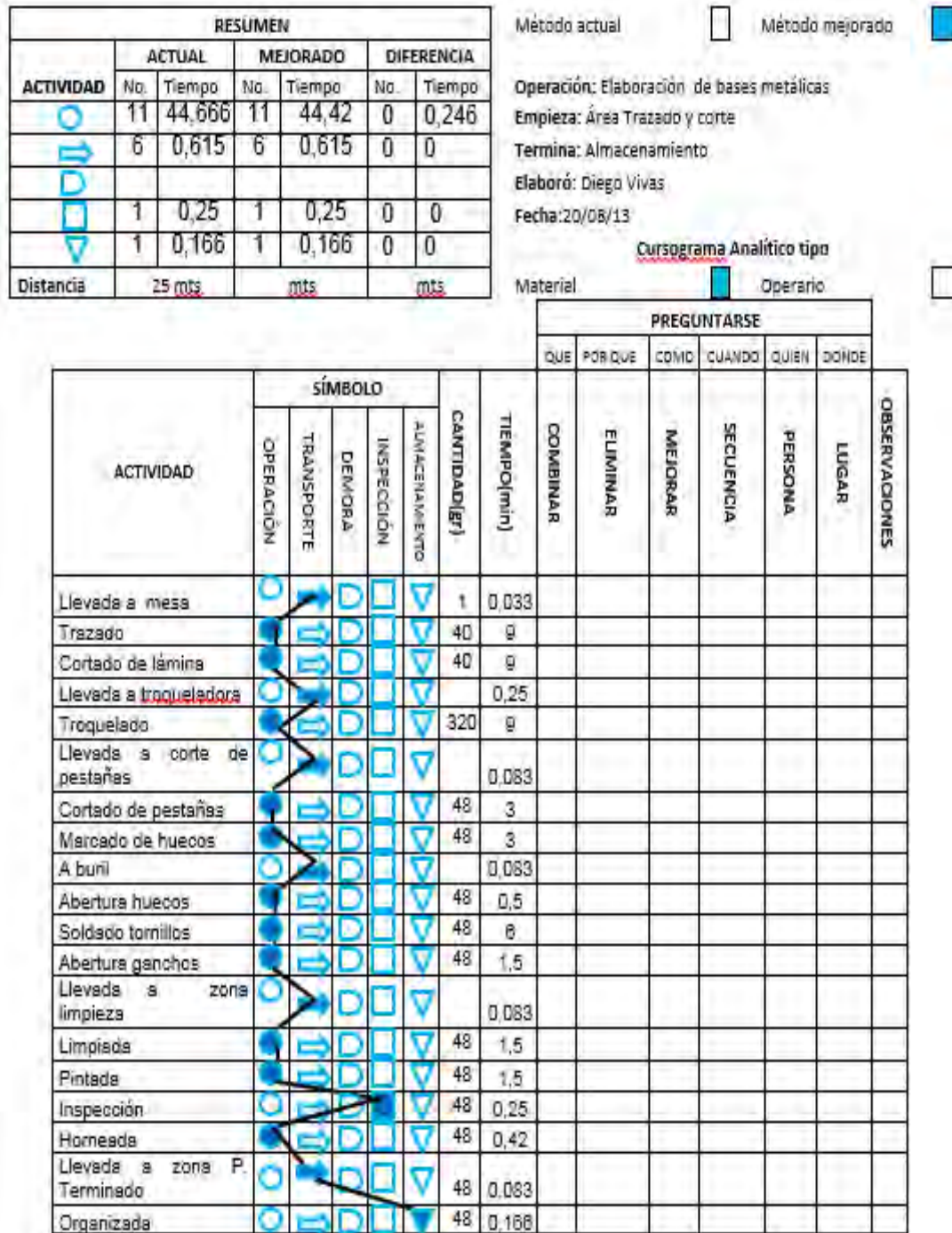
Fecha:20/08/13

Cursograma Analítico tipo ☒

Material ☐ Operario ☒





ACTIVIDAD		SÍMBOLO					CANTIDAD(ef)	TIEMPO(min)	PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
									QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
									COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
		OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO									
Llevar lámina a mesa		○	→	□	△	▽	1	0,033							
Trazar lámina		○	→	□	△	▽	40	0							
Cortar lámina		○	→	□	△	▽	40	0							
Llevar a troqueladora		○	→	□	△	▽		0,25							
Troquelar		○	→	□	△	▽	320	0							
A corte de pestañas		○	→	□	△	▽		0,083							
Cortar pestañas		○	→	□	△	▽	48	3							
Marcar huecos		○	→	□	△	▽	48	3							
A buril		○	→	□	△	▽		0,083							
Abre huecos		○	→	□	△	▽	48	0,5							
Suelta		○	→	□	△	▽	48	0							
Abre ganchos		○	→	□	△	▽	48	1,5							
A zona limpieza		○	→	□	△	▽		0,083							
Limpia		○	→	□	△	▽	48	1,5							
Pinta		○	→	□	△	▽	48	1,5							
Inspecciona pintura		○	→	□	△	▽	48	0,25							
Hornea		○	→	□	△	▽	48	0,42							
A zona Producto terminado		○	→	□	△	▽	48	0,083							
Organiza		○	→	□	△	▽	48	0,166							


## Anexo 57. Cursograma analítico tipo material “Lamina Cold rolled”



## Anexo 58. Diagrama bimanual

DIAGRAMA BIMANUAL

RESUMEN						
ACTIVIDAD	Actual		Mejorado		Diferencia	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
	83	83	50	62	13	21
	40	52	37	41	3	11
	29	20	19	18	10	2
	38	13	22	7	14	6
Totales	168	168	128	128	40	40

Método actual  Método mejorado 

Operación: Elaboración de bases metálicas

Empieza: área trazado y corte

Termina: Almacenamiento

Elaboró: Diego Vivas

Fecha: 23/08/13

Página 1 de 6

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A lámina					1					A Lámina
Agarra lámina					2					Agarra lámina
A mesa					3					A mesa
Suelta lámina					4					Suelta Lámina
A molde					5					A rayador
Agarra molde					6					Agarra rayador
Pone molde sobre lámina					7					Espera
sostiene molde					8					Marca
Quita molde					9					Guarda rayador
Pone molde en su lugar					10					A cizalla
Sostiene lámina					11					Agarra Cizalla
Sostiene lámina					12					Corta con cizalla
Espera					13					Suelta Cizalla
Espera					14					A lámina cortada
espera					15					Organiza lámina cortada

## Anexo 58. (Continuación)

Método: Mejorado Pagina 2 de 6

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A lamina organizada	○	→	D	▽	16	○	→	D	▽	A lamina organizada
Agarra lámina	●	→	D	▽	17	●	→	D	▽	Agarra lámina
A troqueladora	○	→	D	▽	18	○	→	D	▽	A troqueladora
Acomoda lamina	●	→	D	▽	19	●	→	D	▽	Acomoda lamina
A troquel	○	→	D	▽	20	○	→	D	▽	A troquel
Coloca sobre la troqueladora	●	→	D	▽	21	●	→	D	▽	Coloca sobre la troqueladora
Espera	○	→	■	▽	22	○	→	D	▽	A llave
Espera	○	→	■	▽	23	●	→	D	▽	Aprieta troquel
Espera	○	→	■	▽	24	○	→	D	▽	A troqueladora
Espera	○	→	■	▽	25	●	→	D	▽	Prende troqueladora
Espera	○	→	■	▽	26	○	→	D	▽	A comando troqueladora
Espera	○	→	■	▽	27	●	→	D	▽	Acciona para subir
A lamina organizada	○	→	D	▽	28	○	→	■	▽	Espera
Agarra lamina	●	→	D	▽	29	○	→	■	▽	Espera
A troquel	○	→	D	▽	30	○	→	■	▽	Espera
Acomoda lamina	●	→	D	▽	31	●	→	D	▽	Acomoda lámina
Espera	○	→	■	▽	32	○	→	D	▽	A comando troqueladora
Espera	○	→	■	▽	33	●	→	D	▽	Acciona para bajar
Espera	○	→	■	▽	34	●	→	D	▽	Acciona para subir
A herramienta	○	→	D	▽	35	○	→	■	▽	espera



## Anexo 58. (Continuación)

Método: Mejorado Pagina 3 de 6

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Agarra herramienta	●	⇨	D	▽	36	○	⇨	●	▽	Espera
Saca lamina troquelada	●	⇨	D	▽	37	○	⇨	●	▽	Espera
Agarra lámina troquelada	●	⇨	D	▽	38	●	⇨	D	▽	Agarra lamina troquelada
Acomoda	●	⇨	D	▽	39	●	⇨	D	▽	Acomoda
A base	○	⇨	D	▽	40	○	⇨	D	▽	A base
Llevar a zona de corte	○	⇨	D	▽	41	○	⇨	D	▽	Llevar a zona de corte
Soltar bases	●	⇨	D	▽	42	●	⇨	D	▽	Soltar bases
A base	○	⇨	D	▽	43	○	⇨	●	▽	Espera
Agarra base	●	⇨	D	▽	44	○	⇨	D	▽	A cizalla
Sostiene base	○	⇨	D	▽	45	●	⇨	D	▽	Agarra cizalla
Sostiene base	○	⇨	D	▽	46	●	⇨	D	▽	Corta con cizalla
Suelta base	●	⇨	D	▽	47	●	⇨	D	▽	Suelta Cizalla
A lote bases	○	⇨	D	▽	48	○	⇨	D	▽	A lote bases
Agarra bases	●	⇨	D	▽	49	●	⇨	D	▽	Agarra bases
A área perforado	○	⇨	D	▽	50	○	⇨	D	▽	A área perforado
Soltar bases	●	⇨	D	▽	51	●	⇨	D	▽	Soltar bases
A base	○	⇨	D	▽	52	○	⇨	●	▽	espera
Sostiene base	○	⇨	D	▽	53	○	⇨	D	▽	Sostiene base
Sostiene base	○	⇨	D	▽	54	○	⇨	D	▽	Sostiene base
A lote bases	○	⇨	D	▽	55	○	⇨	D	▽	A lote bases
Agarra bases	●	⇨	D	▽	56	●	⇨	D	▽	Agarra bases
A cuarto soldadura	○	⇨	D	▽	57	○	⇨	D	▽	A cuarto soldadura
Suelta bases	●	⇨	D	▽	58	●	⇨	D	▽	Suelta bases

## Anexo 58. (Continuación)

Método: Mejorado Pagina 4 de 6

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Espera	○	→	■	▽	59	○	→	■	▽	A soldador
Espera	○	→	■	▽	60	●	→	■	▽	Abre válvula oxígeno
Espera	○	→	■	▽	61	●	→	■	▽	Prende el soldador
A mascara	○	→	■	▽	62	○	→	■	▽	espera
Coloca mascara	●	→	■	▽	63	○	→	■	▽	Espera
A base	○	→	■	▽	64	○	→	■	▽	A tornillos
Sostiene base	○	→	■	▽	65	●	→	■	▽	Coloca tornillos
Sostiene base	○	→	■	▽	66	○	→	■	▽	A antorcha
Sostiene base	○	→	■	▽	67	●	→	■	▽	Suelda tornillos
Suelta base	●	→	■	▽	68	●	→	■	▽	Suelta antorcha
A lote bases	○	→	■	▽	69	○	→	■	▽	A lote bases
Agarra bases	●	→	■	▽	70	●	→	■	▽	Agarra bases
A troquel abrir ganchos	○	→	■	▽	71	○	→	■	▽	A troquel abrir ganchos
Suelta bases	●	→	■	▽	72	●	→	■	▽	Suelta bases
Agarra base	●	→	■	▽	73	●	→	■	▽	Agarra base
Sostiene base	○	→	■	▽	74	○	→	■	▽	Sostiene base
Va girando base	●	→	■	▽	75	●	→	■	▽	Va girando base
Coloca a un lado	●	→	■	▽	76	●	→	■	▽	Coloca a un lado
A lote bases	○	→	■	▽	77	○	→	■	▽	A lote bases
Agarra bases	●	→	■	▽	78	●	→	■	▽	Agarra bases
A zona pintura	○	→	■	▽	79	○	→	■	▽	A zona pintura
Suelta bases	●	→	■	▽	80	●	→	■	▽	Suelta bases
A tarro thinner	○	→	■	▽	81	○	→	■	▽	A tapa tarro thinner

## Anexo 58. (Continuación)

Método: Mejorado Pagina 5 de 6

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
Sostiene tarro	○	→	D	▼	82	●	→	D	▼	Gira tapa
A recipiente	○	→	D	▼	83	○	→	●	▼	Espera
Agarra recipiente	●	→	D	▼	84	○	→	●	▼	Espera
Coloca a un lado	●	→	D	▼	85	○	→	●	▼	espera
A tarro thinner	○	→	D	▼	86	○	→	D	▼	A tarro thinner
Vierte thinner	●	→	D	▼	87	●	→	D	▼	Vierte thinner
Suelta tarro	●	→	D	▼	88	●	→	D	▼	Suelta tarro
Espera	○	→	●	▼	89	○	→	D	▼	A tapa
Espera	○	→	●	▼	90	●	→	D	▼	Coloca tapa
A base	○	→	D	▼	91	○	→	D	▼	A brocha
Agarra base	●	→	D	▼	92	●	→	D	▼	Agarra brocha
Sostiene base	○	→	D	▼	93	●	→	D	▼	Brocha a thinner
Sostiene base	○	→	D	▼	94	●	→	D	▼	Limpia base
Sostiene base	○	→	D	▼	95	●	→	D	▼	Suelta brocha
Sostiene base	○	→	D	▼	96	○	→	D	▼	A trapo
Sostiene base	○	→	D	▼	97	●	→	D	▼	Agarra trapo
Sostiene base	○	→	D	▼	98	●	→	D	▼	Seca base
Suelta base	●	→	D	▼	99	●	→	D	▼	Suelta trapo
A pintura	○	→	D	▼	100	○	→	D	▼	A pintura
Agarra tarro pintura	●	→	D	▼	101	●	→	D	▼	Quita tapa tarro
Sostiene tarro	○	→	D	▼	102	○	→	D	▼	A tarro pistola pintar
Vierte pintura	●	→	D	▼	103	○	→	D	▼	Sostiene tarro pistola
Suelta tarro pintura	●	→	D	▼	104	○	→	D	▼	Sostiene tarro pistola



## Anexo 58. (Continuación)

Método: Mejorado Pagina 6 de 6

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A tapa pistola pintar	○	→	D	▽	105	○	→	D	▽	Sostiene tarro pistola
Coloca tapa	●	→	D	▽	106	○	→	D	▽	Sostiene tarro pistola
espera	○	→	●	▽	107	○	→	D	▽	A manguera compresor
Espera	○	→	●	▽	108	●	→	D	▽	Coloca manguera
A base	○	→	D	▽	109	○	→	D	▽	A pistola
Sostiene base	○	→	D	▽	110	●	→	D	▽	Agarra pistola
Sostiene base	○	→	D	▽	111	●	→	D	▽	Acciona pistola
Coloca base a un lado	●	→	D	▽	112	○	→	●	▽	espera
A base pintada	○	→	D	▽	113	○	→	D	▽	A base pintada
Agarra base pintada	●	→	D	▽	114	●	→	D	▽	Agarra base pintada
Coloca en horno	●	→	D	▽	115	●	→	D	▽	Coloca en horno
A tapa horno	○	→	D	▽	116	○	→	D	▽	A tapa horno
Sube tapa horno	●	→	D	▽	117	●	→	D	▽	Sube tapa horno
Prende el horno	●	→	D	▽	118	○	→	●	▽	Espera
A pistola	○	→	D	▽	119	○	→	D	▽	A brocha
Sostiene pistola	○	→	D	▽	120	●	→	D	▽	Limpia pistola
Suelta pistola	●	→	D	▽	121	○	→	●	▽	Espera
Apaga horno	●	→	D	▽	122	○	→	●	▽	Espera
A tapa horno	○	→	D	▽	123	○	→	D	▽	A tapa horno
Abre tapa horno	○	→	D	▽	124	●	→	D	▽	Abre tapa horno
A base	○	→	D	▽	125	○	→	D	▽	A base
Agarra base	●	→	D	▽	126	●	→	D	▽	Agarra base
A zona producto terminado	○	→	D	▽	127	○	→	D	▽	A zona producto terminado
acomoda	●	→	D	▽	128	●	→	D	▽	acomoda

## Anexo 59. Estudio de micromovimientos para el área de perforación

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Sostener	SO		1	SO		Sostener
Sostener	SO		2	SO		Sostener

Podemos observar que de 42 micromovimientos se pasa a tan solo dos, se cambió la forma de hacer la perforación que antes se hacía engorrosa y larga porque había que estar cambiando de brocas en el taladro de árbol, primero se pasaba la más pequeña hasta llegar a la deseada, pero esto hacía el proceso muy largo es por eso que se decide cambia la forma y se perfora con un buril que tiene el diámetro exacto de la perforación que se desea hacer , por lo tanto el operario sostiene la base mientras que con su pierna activa el pedal que hace que el buril baje y perfore.

## Anexo 60. Diagrama de actividades múltiples mejorado bases metálicas

HOMBRE	TIEMPO	CIZALLA	TIEMPO	TROQUELADORA	TIEMPO	Buril	Tiempo	Soldador	TIEMPO	HORNO	TIEMPO
Coloca lámina sobre la mesa	80 min										
Marca moldes sobre lámina	9h										
		Corta Lámina	9h								
Lleva a la troqueladora	15 min										
				troquelado	9h						
Lleva a cortar pestañas	5min										
		Corta pestañas	3h								
Marca huecos	3h										
Lleva a buril	5 min										
						Perfora	0,5h				
Lleva a soldadura	5min										
								suelta	6h		
Abre ganchos	1,5h										
Lleva a limpieza	5 min										
Limpia	1,5h										
Pinta	1,5h										
Lleva al horno	15 min										
										Homea	25 min
Lleva a zona de P.t	5 min										

Al finalizar este ciclo en donde se cuenta la trazada, cortada, troquelada de las 40 láminas, que representa aproximadamente de 300 a 320 bases dependiendo de la programación de producción y ventas, después de la troquelada se cuentan 48 bases para finalizar la semana, el estimado de producción a la siguiente semana es de 120 bases.

### Cuadro Resumen

Tiempo (min)	Operario	Cizalla	Troqueladora	Buril	Soldador	Horno
<b>Tiempo Activo</b>	18,75	12	9	0,5	6	0,416
<b>Tiempo Inactivo</b>	28,166	34,666	37,666	46,166	40,666	46,25
<b>Tiempo de ciclo</b>	46,666	46,666	46,666	46,666	46,666	46,666
<b>% Eficiencia</b>	40,18%	25,71%	19,28%	1,07%	12,86%	0,89%
<b>% Ineficiencia</b>	59,82%	74,29%	80,72%	98,93%	87,14%	99,11%

De acuerdo al anterior cuadro podemos observar que la eficiencia del trabajador subió cerca del 6% con respecto al método actual, a pesar de que se siguen manejando los mismos tiempos, el cambio teniendo el método actual se ve en la productividad que subió el 50% de su producción actual, es decir se pasó de hacer 32 bases en la semana a realizar 48, todo esto debido a los cambios que se realizaron en el área de perforación y horneado.

## **Anexo 61. Método mejorado forros**

### **EXAMEN CRITICO ELABORACION DE FORROS**

En el proceso de producción de los forros, podemos observar como en varias operaciones el trabajador no emplea al máximo sus recursos, además de tener tareas que se vuelven repetitivas por la capacidad tan baja de los equipos, también tenemos operaciones realizadas con una sola mano, mientras que la otra se encuentra en reposo. Se encuentra que para pasar de una estación a otra hay que hacer recorridos más largos, los operarios no tienen establecida una zona de trabajo, trabajan a un ritmo muy bajo lo que ocasiona retrasos en la entrega. En el análisis del método nos encontramos con unos tiempos muy grandes en operaciones que nos demandan más tiempo del requerido en la producción, estos tiempos son los que vamos a mejorar con el nuevo método, reduciéndolos con la implementación de nuevas herramientas y con mayor eficiencia del empleado.

### **MEJORAS PROPUESTAS PARA LA ELABORACIÓN DE FORROS**

> En el área de corte el proceso era muy engorroso ya que había que marcar forro por forro, luego cortarlo con tijera, doblar el forro a la mitad y marcar los extremos haciendo una pequeña muesca, lo que se denomina el piquete que es la guía para que el proceso de sellado y estampado quede centrado al igual que la costura, la mejora realizada fue comprar una cortadora de tela vertical, con lo que ahora se traza un paño con la muestra del forro que se desea, luego se cortan paños del mismo tamaño que el primero y se acomodan de forma tal que queden uniformes y el que está marcado en la parte superior, con una sola pasada de la maquina podemos cortar de 8 a 10 paños.

> En el área de sellado y estampado se organizó de tal forma que quedara en secuencia con el corte y luego la costura, se hizo un cambio en el diseño de planta, además se colocó en el área todo lo necesario para realizar la labor y no tener que estar buscando donde realizar los cortes de plantiespuma y los estampados, se realizaron planchas acordes a los forros ya que se encontraron muchas quejas de los clientes, con esto también se mejoró el estampado ya que solo hay que dar una sola pasada y no dos y tres como se venía realizando, con la maquina selladora se encontraron los tiempos óptimos para realizar esta tarea con cada forro, además el corte de plantiespuma paso de la costurera al operario de la selladora, ya que mientras la maquina sellaba el operario quedaba parado, en ese instante se aprovecha para hacer el corte de plantiespuma.

> En el área de costura, la producción se duplicó con un solo operario, ya solo se dedica a la parte de costura, no tiene que cortar plantiespuma, además de que llegan forros en más cantidad, anteriormente como llegaban pocos forros las operarias se ponían a conversar y cosían lentamente.

## **Anexo 62. Carta de proceso mejorada**

### **CARTA DE PROCESO FORROS PARA MOTOCICLETA:**

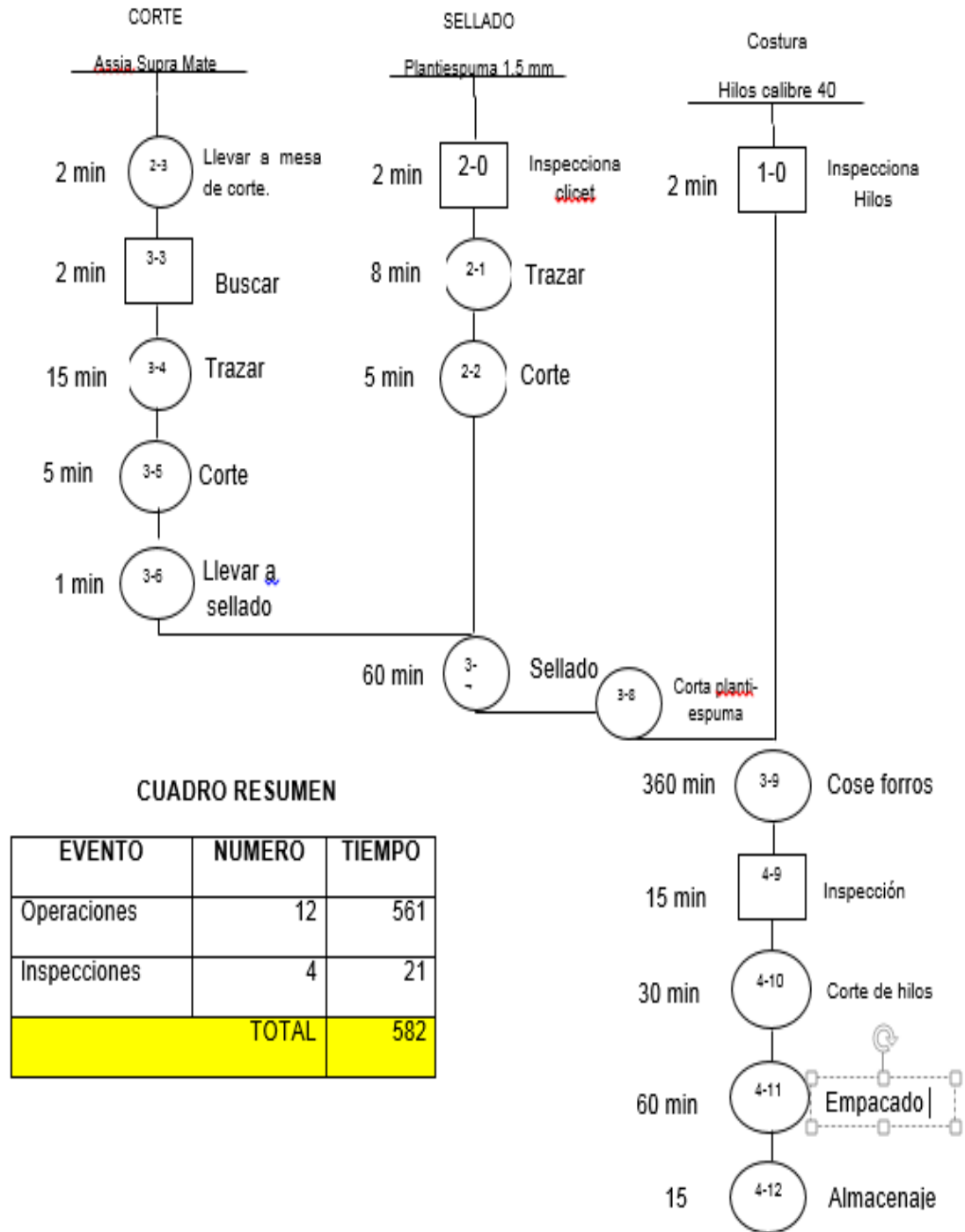
Para la fabricación de los forros contamos con 3 estaciones de trabajo, el área de corte, área de sellado y estampado y área de costura, a continuación se detalla que sucede en cada área.

**Área corte:** En esta estación de trabajo se recibe la orden de producción, de acuerdo a esta la operaria inspecciona cual es el material que debe ubicar en la mesa de trabajo, luego procede a subir el rollo de material a la mesa, después de esto tiene que buscar el molde que debe trazar en el material, procede a ubicar el molde encima del material y traza un paño, luego dependiendo de la cantidad de forros que haya sido solicitada, corta el número de paños correspondiente, los ubica de forma tal que queden uniformes y el paño base quede encima para proceder con la cortadora vertical, en el trazo del paño original se marca el piquete el cual es cortado de una vez. Después de esto lleva los forros a la siguiente sección que es la de sellado y estampado.

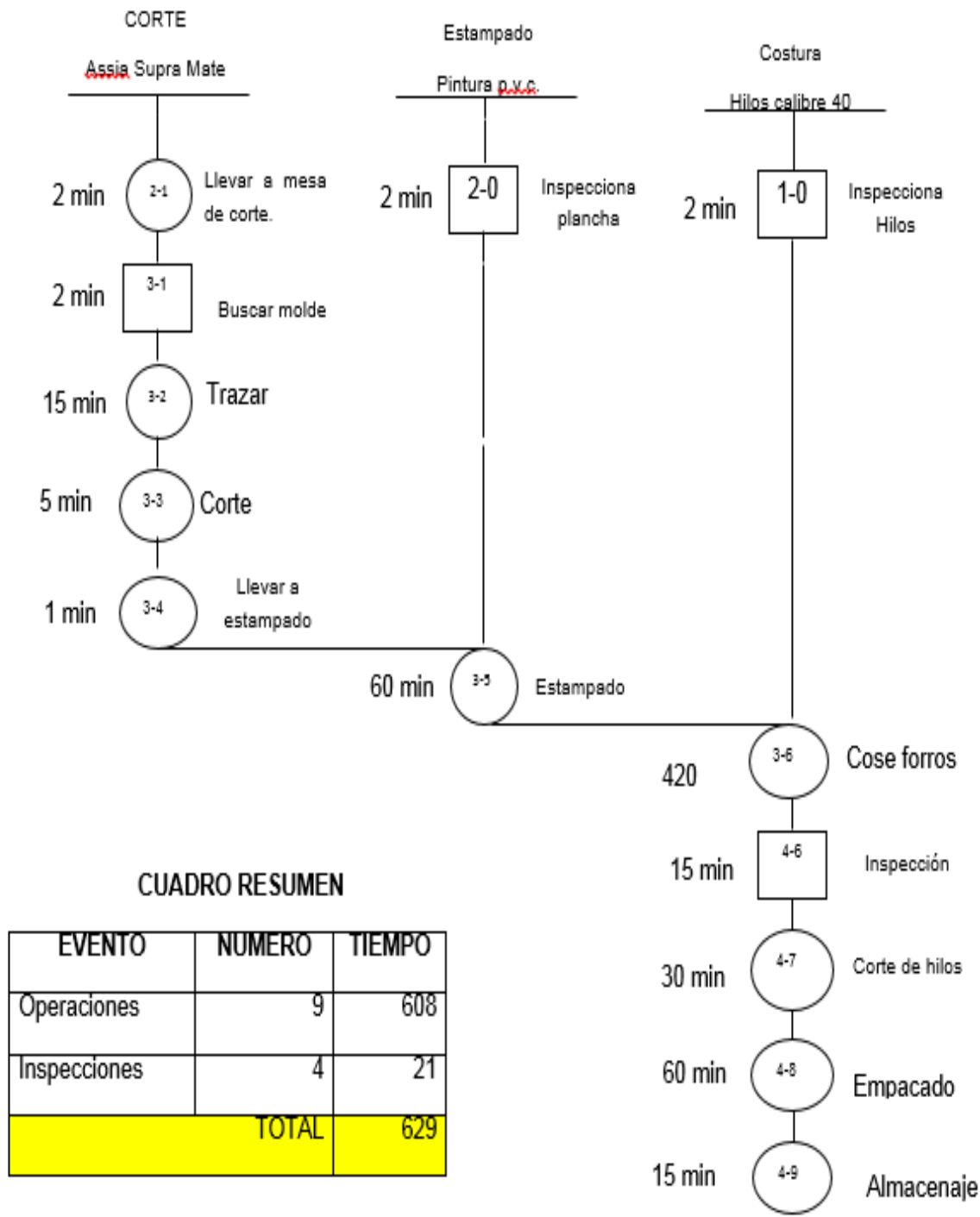
**Área de sellado y estampado:** El operario inspecciona que forro le ha sido entregado por la persona de corte y se dirige a su mesa de trabajo para trazar y cortar el plantiespuma, que es necesario para que el sellado se vea mucho mejor, después de esto se dirige a la maquina selladora, la enciende y procede a colocar el plantiespuma, encima de este el material que va a ser sellado, y se coloca el clicet que es el que da el grabado al forro, luego se coloca una placa de aluminio la cual ayuda a que se distribuya la corriente por todo el clicet, después se mueve la bandeja hasta el punto indicado y se presiona el botón para activar la máquina, el tiempo en calor se maneja de 30 a 40 segundos y el tiempo de enfriamiento se maneja entre 20 y 30, es decir que una sección de un forro está terminada aproximadamente de 50 segundos a un minuto. Este proceso se hace repetitivamente dependiendo de la cantidad de forros, mientras la maquina está funcionando el operario procede a cortar el plantiespuma sobrante de los cuerpos que ya ha sellado, luego procede a llevar al área de costura, cuando va sellado y estampado se procede a estampar el forro, para esto se busca en una lista el molde que se requiere, se coloca el molde, luego la parte que tiene que ser estampada y después se coloca la plancha, se aplica pintura p.v.c y luego se pasa con una espátula a través de la plancha para marcar el forro.

**Área de Costura:** En esta sección la operaria recibe los forros que le suministra el operario de sellado y estampado, procede a coser las partes del forro y lo deja en una canasta la cual es revisada después por el jefe de producción el cual se encarga de empacar lo que va a despachar. Al finalizar el día el número total de forros terminados es de 60 - 65.

**Anexo 63. Diagrama de proceso de operaciones para forro con un solo material sellado**

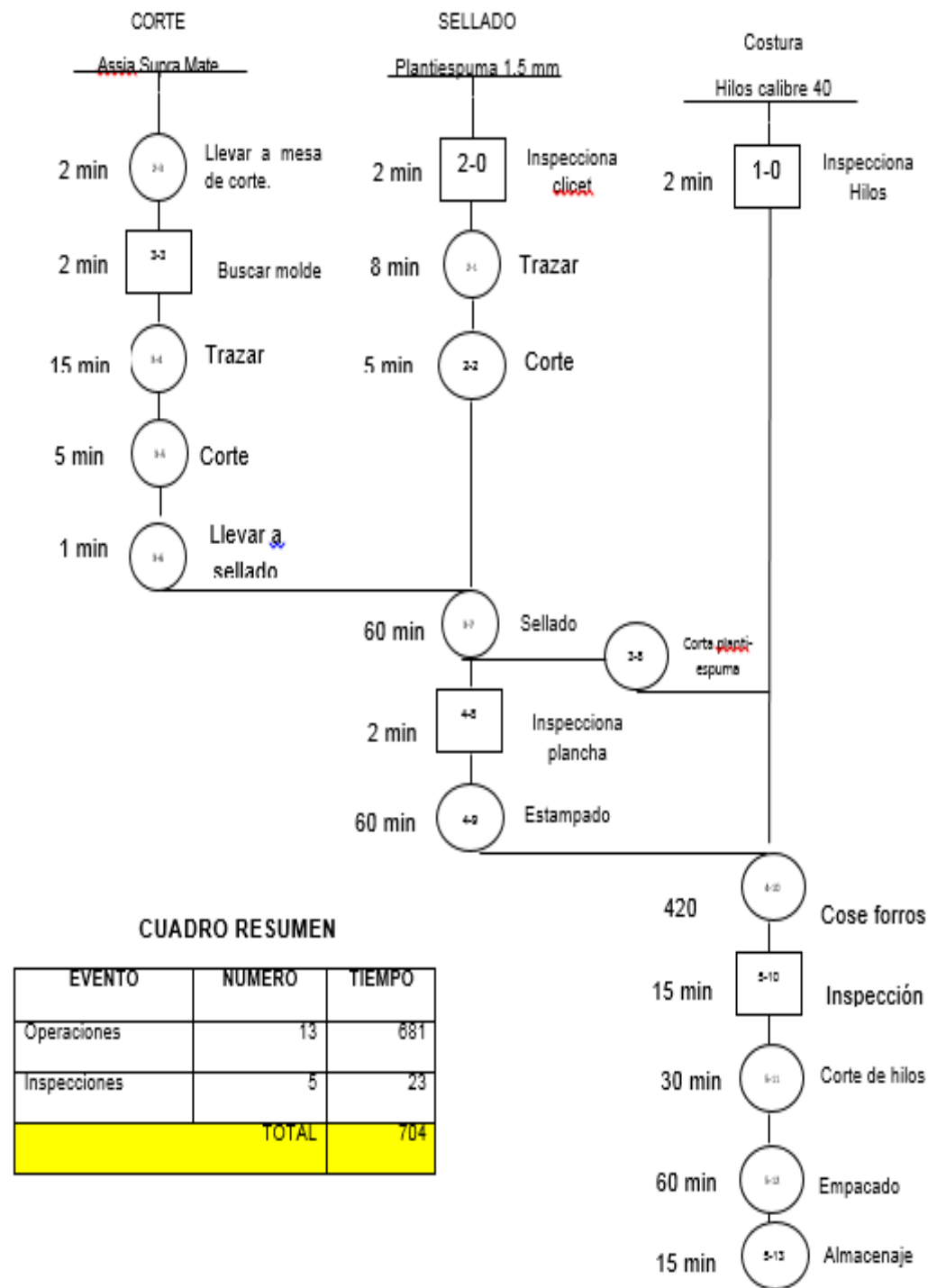


**Anexo 64. Diagrama de proceso de operaciones para forro con un solo material estampado**



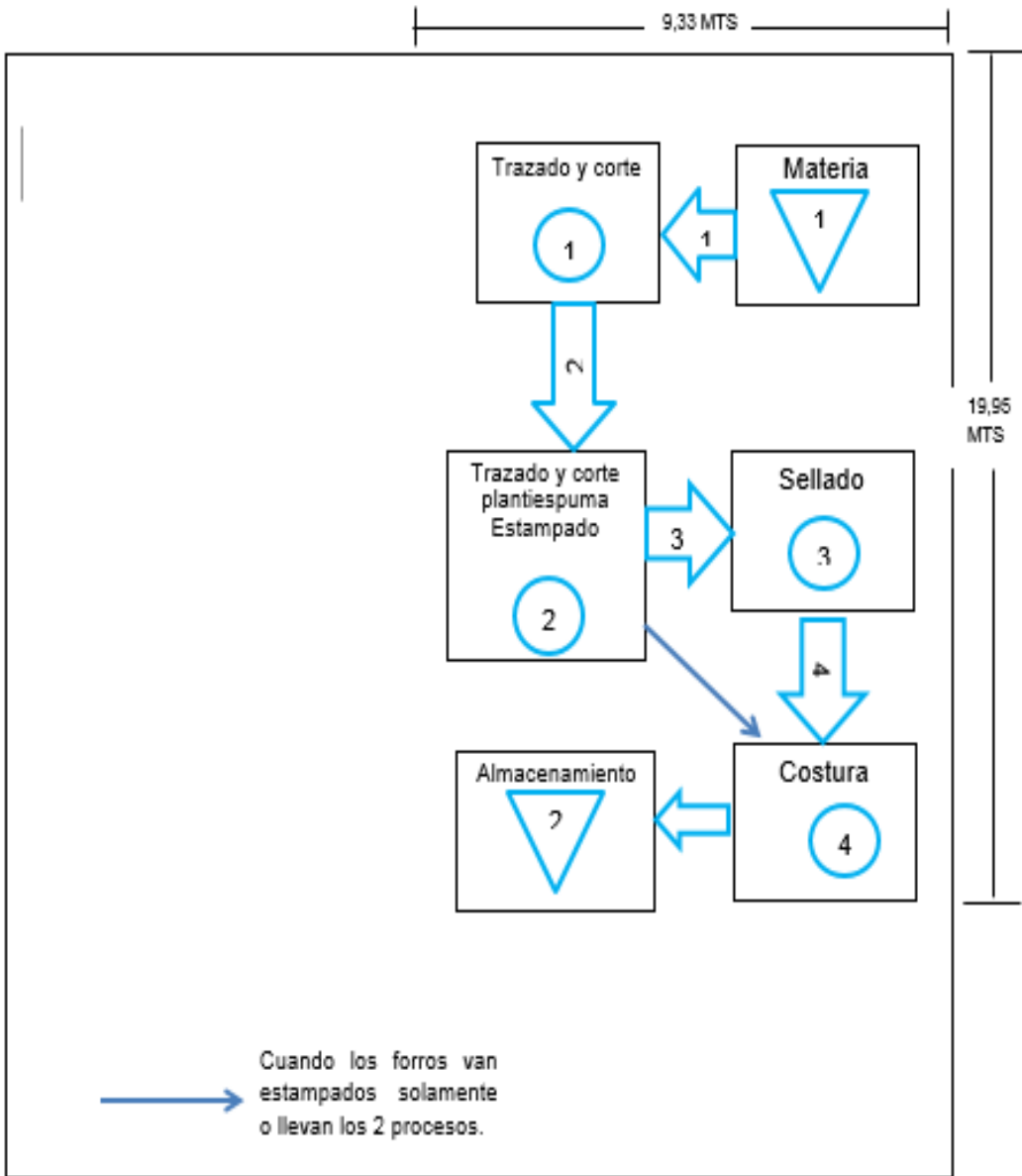


**Anexo 65. Diagrama de proceso de operaciones para forro con un solo material sellado y estampado**



**Anexo 66. Diagrama de recorrido mejorado**

Empresa:	Idescol S.A.U		
Operación:	Elaboración de espumas		
Elaboró:	Diego Vivas Pincay		
Fecha:	16/08/2013		
Método:	Actual	Mejorado	



## Anexo 67. Cursograma analítico tipo operario corte

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	3	95	2	20	1	75
	2	4	2	3	0	1
	0		0		0	0
	1	2	1	2	0	0
	0				0	0
Distancia	15 mts		7,5 mts		7,5 mts	

Método actual

☐

Método mejorado

☒

Operación: Corte de forros

Empezar: Área Corte

Termina: área sellado y estampado

Elaboró: Diego Vivas

Fecha:20/08/13

Cursograma Analítico tipo

☐

Operario

☒

							PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
							QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					CANTIDAD(UND)	TIEMPO(min)	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR
	OPERACION	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCION	ALMACENAMIENTO								
Llevar material a la mesa							2						
Buscar molde a trazar							2						
Trazar molde						20	15						
Cortar material						60	5						
Llevar a área de sellado y estampado							1						

## Anexo 68. Cursograma analítico tipo operario sellado

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	3	85	3	73	0	12
	1	2	1	1	0	1
	0		0	0	0	0
	1	2	1	2	0	0
	0		0	0	0	0
Distancia	25 mts		12 mts		13 mts	

Método actual



Método mejorado



Operación: Sellado de forros

Empieza: área sellado y estampado

Termina: área Costura

Elaboró: Diego Vivas

Fecha:20/08/13





















Cursograma Analítico tipo

Material



Operario



							PREGUNTARSE						OBSERVACIONES								
							QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE									
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					CANTIDAD(und)	TIEMPO(min)	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR								
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO																
	Inspecciona clicet														2						
	Traza molde													9	8						
	Corta plantiespuma													60	5						
Sellado					60	60															
Lleva a área de costura						1															

## Anexo 69. Cursograma analítico tipo operario costura

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	4	375	3	510	1	135
	0		0	0	0	0
	0		0	0	0	0
	1	15	1	15	0	0
	1	15	1	15	0	0
Distancia		mts		mts		mts

Método actual



Método mejorado



Operación:Costura de forros

Empieza:Área sellado y estampado

Termina:Almacenamiento

Elaboró:Diego Vivas

Fecha:20/08/13

















Cursograma Analítico tipo

Material








Operario



							PREGUNTARSE							
							QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE		
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					CANTIDAD (und)	TIEMPO (min)	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	OBSERVACIONES
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO									
Cose forros						60	420							
Inspección						60	15							
Corte de hilos						60	30							
Empacado						60	60							
almacenaaje						60	15							

Anexo 70. Cursograma analítico tipo material

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No.	Tiempo	No.	Tiempo	No.	Tiempo
	7	510	6	590	1	80
	3	6	3	4	1	2
	1	2	1	2	0	0
	1	15	1	15	0	0
	1	15	1	15	0	0
Distancia	mts		mts		mts	

Método actual ☐ Método mejorado ☒

Operación: Elaboración de Forros

Empieza: Área Corte












Termina: área Almacenamiento

Elaboró: Diego Vivas

Fecha:20/08/13

**Cursograma Analítico tipo**

Material ☒ Operario ☐

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD(Lund)	TIEMPO(min)	PREGUNTARSE						OBSERVACIONES
				QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	
				COMBINAR	ELIMINAR	MEJORAR	SECUENCIA	PERSONA	LUGAR	
A mesa de corte			2							
Demora			2							
Trazado material		9	15							
Cortar Material		60	5							
Llevado a área de sellado y estampado		60	1							
Sellar		60	60							
Llevado a área de costura		60	1							
Costura		60	420							
Inspeccionado		60	15							
Cortar hilos		60	30							
Empacado		60	60							
Almacenamiento		60	15							



Anexo 71. Diagrama bimanual corte de forros

RESUMEN							Método actual	Método mejorado
ACTIVIDAD	Actual		Mejorado		Diferencia			
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
	7	7	6	5	1	2		
	3	4	3	4	0	0		
	2	4	1	4	1	0		
	4	1	4	1	0	0		
Totales	16	16	14	14	2	2		

**Operación:** Corte de forros

















































































































**Empieza:** Área Corte

**Termina:** Área sellado y estampado

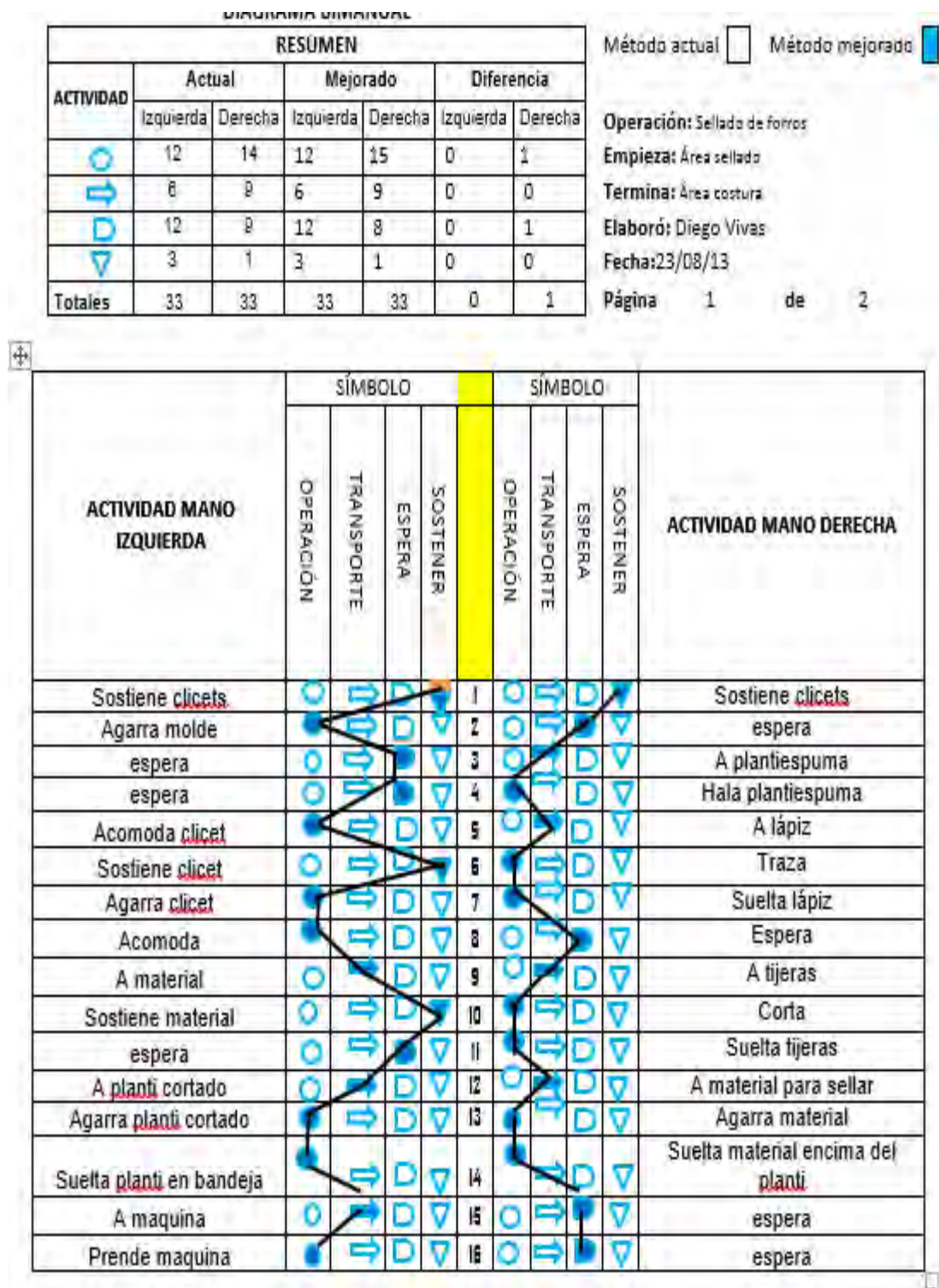
**Elaboró:**Diego Vivas

**Fecha:**23/08/13

**Página** 1 **de** 1

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A material					1					A material
Sube material a mesa					2					Sube material a mesa
Sostiene material					3					Hala material
Sostiene moldes					4					Sostiene moldes
Agarra molde					5					Espera
Pone encima de material					6					Espera
Espera					7					A lápiz
Sostiene molde					8					Traza molde
Agarra molde					9					Espera
Suelta molde					10					Espera
A material					11					A Cortadora
Sostiene material					12					Corta
Lleva material a sellado					13					Lleva material a sellado
Suelta material					14					Suelta material

## Anexo 72. Diagrama bimanual sellado





## Anexo 72. (Continuación)

Método: MejoradoPágina2de 2

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
espera	○	↑	●	▽	17	○	↑	●	▽	A clicet
espera	○	↑	●	▽	18	○	↑	●	▽	Agarra clicet
espera	○	↑	●	▽	19	○	↑	●	▽	Acomoda clicet
A placa de aluminio	○	↑	●	▽	20	○	↑	●	▽	Espera
Agarra placa de aluminio	○	↑	●	▽	21	○	↑	●	▽	Espera
Suelta encima de clicet	○	↑	●	▽	22	○	↑	●	▽	espera
espera	○	↑	●	▽	23	○	↑	●	▽	A maquina
espera	○	↑	●	▽	24	○	↑	●	▽	Acciona maquina
espera	○	↑	●	▽	25	○	↑	●	▽	Corta planti
A placa de aluminio	○	↑	●	▽	26	○	↑	●	▽	espera
Agarra placa de aluminio	○	↑	●	▽	27	○	↑	●	▽	A clicet
acomoda	○	↑	●	▽	28	○	↑	●	▽	Acomoda
Espera	○	↑	●	▽	29	○	↑	●	▽	A forro
Espera	○	↑	●	▽	30	○	↑	●	▽	Agarra forro
Espera	○	↑	●	▽	31	○	↑	●	▽	Acomoda
A área de costura	○	↑	●	▽	32	○	↑	●	▽	A área de costura
Suelta forros	○	↑	●	▽	33	○	↑	●	▽	Suelta forros

## Anexo 73. Diagrama bimanual costura

RESUMEN						
ACTIVIDAD	Actual		Mejorado		Diferencia	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
	3	8	3	8		
	3	5	3	5		
	2	2	2	2		
	7	0	7	0		
Totales	15	15	15	15		

Método actual Método mejorado

**Operación:** Costura de forros

**Empieza:** Área costura

**Termina:** Canasta forros terminados

**Elaboró:** Diego Vivas

**Fecha:** 23/08/13

Página 1 de 1

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO					SÍMBOLO				ACTIVIDAD MANO DERECHA
	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER		OPERACIÓN	TRANSPORTE	ESPERA	SOSTENER	
A máquina					1					espera
Prende máquina					2					espera
Espera					3					A material
Espera					4					Agarra material
A material					5					Acomoda material
Sostiene material					6					A volante
Sostiene material					7					Mueve volante
Sostiene material					8					A palanca para retroceder
Sostiene material					9					Acciona palanca para retroceder
Guía el material					10					Guía el material
Sostiene forro					11					A tijeras
Sostiene forro					12					Agarra tijeras
Sostiene forro					13					Corta hilo
A canasta de forros					14					A lugar de tijeras
Suelta forro					15					Suelta tijeras

#### Anexo 74. Estudio de micromovimientos área corte

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		1	AL		Alcanzar
Tomar	T		2	T		Tomar
Mover	M		3	M		Mover
Colocar en posición	P		4	P		Colocar en posición
Buscar	B		5	B		Buscar
Seleccionar	SE		6	SO		Sostener
Alcanzar	AL		7	DI		Retraso inevitable
Tomar	T		8	DI		Retraso inevitable
Mover	M		9	DI		Retraso inevitable
Soltar	SL		10	DI		Retraso inevitable
Colocar en posición	P		11	AL		Alcanzar
Sostener	SO		12	T		Tomar
Sostener	SO		13	U		Usar
Alcanzar	AL		14	SL		Soltar
Mover	M		15	DI		Retraso inevitable
Alcanzar	AL		16	AL		Alcanzar
Tomar	T		17	T		Tomar
Sostener	SO		18	U		Usar
Alcanzar	AL		16	AL		Alcanzar
Tomar	T		17	T		Tomar
Mover	M		24	M		Mover

## Anexo 75. Estudio de micromovimientos área de sellado

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Buscar	B		1	B		Buscar
Seleccionar	SE		2	SE		Seleccionar
Alcanzar	AL		3	RI		Retraso inevitable
Tomar	T		4	RI		Retraso inevitable
Mover	M		5	AL		Alcanzar
Colocar en posición	P		6	T		Tomar
Sostener	SO		7	U		Usar
Alcanzar	AL		8	SL		Soltar
Tomar	T		9	AL		Alcanzar
Mover	M		10	T		Tomar
Sostener	SO		11	U		Usar
Alcanzar	AL		12	SL		Soltar
Usar	U		13	RI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	RI		14	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	RI		15	T		Tomar
Retraso inevitable	RI		16	P		Colocar en posición
Alcanzar	AL		17	RI		Retraso inevitable
Tomar	T		18	RI		Retraso inevitable
Mover	M		19	RI		Retraso inevitable
Soltar	SL		20	RI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	RI		21	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	RI		22	U		Usar
Usar	U		23	U		Usar
Alcanzar	AL		24	RI		Retraso inevitable
Tomar	T		25	AL		Alcanzar
Mover	M		26	T		Tomar
Soltar	SL		27	M		Mover
Retraso inevitable	RI		28	SL		Soltar
Alcanzar	AL		29	AL		Alcanzar
Tomar	T		30	T		Tomar
Mover	M		31	M		Mover
Soltar	SL		32	SL		Soltar

## Anexo 76. Estudio de micromovimientos costura

ACTIVIDAD MANO IZQUIERDA	SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO		SÍMBOLO	COLOR DISTINTIVO	ACTIVIDAD MANO DERECHA
Alcanzar	AL		1	RI		Retraso inevitable
Usar	U		2	RI		Retraso inevitable
Retraso inevitable	RI		3	AL		Alcanzar
Retraso inevitable	RI		4	T		Tomar
Alcanzar	AL		5	M		Mover
Sostener	SO		6	SL		Soltar
Sostener	SO		7	AL		Alcanzar
Sostener	SO		8	U		Usar
Sostener	SO		9	AL		Alcanzar
Sostener	SO		10	U		Usar
Usar	U		11	U		Usar
Sostener	SO		12	AL		Alcanzar
Sostener	SO		13	T		Tomar
Sostener	SO		14	U		Usar
Soltar	SL		15	SL		Soltar



## Anexo 77. Diagrama de actividades múltiples corte

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U				
<b>Operación:</b>	Corte Material				
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay				
<b>Fecha:</b>	16/08/2013				
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado		
<b>HOMBRE</b>	<b>TIEMPO</b>		<b>Cortadora</b>	<b>TIEMPO</b>	
Poner material en mesa	2 min				
buscar molde	2 min				
trazar material	15 min				
			corte material	5 min	
llevar a sellado y estampado	1 min				

### Cuadro resumen

Tiempo (min)	Operario	Cortadora
<b>Tiempo Activo</b>	20	5
<b>Tiempo Inactivo</b>	5	20
<b>Tiempo de ciclo</b>	25	25
<b>% Eficiencia</b>	80,00%	20,00%
<b>% Ineficiencia</b>	20,00%	80,00%

Podemos observar un aumento en la eficiencia del trabajador del 35%, aunque claro está que el operario durante todo el proceso se encuentra ocupado, igualmente hay una disminución de 76 minutos empleando la máquina cortadora, que es un tiempo significativamente alto, por lo que anteriormente las tijeras tenían un 54,46% de eficiencia, con esta máquina encontramos una apenas el 20%. Para una posterior investigación en ergonomía hay que revisar la fatiga que la vibración de esta ocasiona sobre el operario.

## Anexo 78. Diagrama de actividades múltiples sellado

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U			
<b>Operación:</b>	Sellado			
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay			
<b>Fecha:</b>	16/08/2013			
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado	
<b>HOMBRE</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>SELLADORA</b>	<b>TIEMPO</b>	
Inspecciona clicet	2			
Traza molde	8			
Corta plantiespuma para sello	5			
Corta planti sobrante	60	Sellado	60	
Lleva a área de costura	1			

### Cuadro resumen

Tiempo (min)	Operario	Selladora
<b>Tiempo Activo</b>	76	60
<b>Tiempo Inactivo</b>	0	16
<b>Tiempo de ciclo</b>	76	76
<b>% Eficiencia</b>	100,00%	78,95%
<b>% Ineficiencia</b>	0%	21,05%

Se encuentra que hay una disminución de trece (13) minutos en el tiempo de ciclo, el operario mantiene activo durante todo el proceso, anteriormente cuadraba la maquina selladora y estaba pendiente de sus valores de corriente, pero la experiencia muestra que no es necesario estar todo el tiempo controlando, por lo que ese tiempo es aprovechado por el operario para ir cortando el plantiespuma sobrante de los forros que ya ha sellado.

## Anexo 79. Diagrama de actividades múltiples costura

<b>Empresa:</b>	Idescol S.A.U				
<b>Operación:</b>	Costura				
<b>Elaboró:</b>	Diego Vivas Pincay				
<b>Fecha:</b>	16/08/2013				
<b>Método:</b>	Actual		Mejorado		
<b>HOMBRE</b>	<b>TIEMPO</b>		<b>MAQUINA COSER</b>	<b>TIEMPO</b>	
			Cose forros	420	
Inspección	15				
Corte de hilos	30				
Empacado	60				
almacenaje	15				

### Cuadro Resumen

Tiempo (min)	Operario	Maquina coser
<b>Tiempo Activo</b>	120	420
<b>Tiempo Inactivo</b>	420	120
<b>Tiempo de ciclo</b>	540	540
<b>% Eficiencia</b>	22,22%	77,78%
<b>% Ineficiencia</b>	77,78%	22,22%

Se encuentra un aumento en el tiempo de ciclo, esto debido a que se suprime la actividad de cortar plantiespuma, y se aumenta el número de forros cocidos, la actividad que se suprime es asignada al operario de la selladora.



## Anexo 80. Estudio de tiempos mejorado bases metálicas

Dividir la tarea en elementos

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Alistar lámina, colocar sobre la mesa
2	Repetitivo Manual	Marcar el molde encima de la lámina.
3	Repetitivo, Manual, variable	Cortar la lámina.
4	Repetitivo Manual, variable	Llevar a troqueladora y troquelar.
5	Repetitivo, Manual, variable	Llevar a corte de pestañas y cortar las pestañas.
6	Repetitivo, manual, variable	Marcar huecos, llevar a buril y perforar
7	Repetitivo, manual, variable	Llevar a soldadura y suelda
8	Repetitivo, manual	Abrir ganchos
9	Repetitivo, manual	Llevar a limpieza y limpiar
10	Repetitivo, manual	Pintar
11	Repetitivo, mecánico	Llevar a horno y hornear
12	Repetitivo, manual	Llevar a zona de producto terminado

## Anexo 81. Tiempo de operación y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 100%, debido a que el observador considera que el operario tiene la habilidad y la experiencia necesaria.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	1,38	1
2	1,36	1
3	1,33	1
4	1,30	1
5	1,31	1

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	9,05	1
2	8,95	1
3	9,10	1
4	9,06	1
5	9,02	1

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	9,15	1
2	8,90	1
3	9,08	1
4	9,12	1
5	9,10	1

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	9,30	1
2	9,20	1
3	9,25	1
4	9,27	1
5	9,24	1

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	3,08	1
2	3,10	1
3	3,06	1
4	3,10	1
5	3,11	1

ELEMENTO 6		
MUESTRA	To	V
1	3,5	1
2	3,62	1
3	3,60	1
4	3,58	1
5	3,55	1

ELEMENTO 7		
MUESTRA	To	V
1	6,08	1
2	6,10	1
3	6,06	1
4	6,10	1
5	6,11	1

ELEMENTO 8		
MUESTRA	To	V
1	1,58	1
2	1,55	1
3	1,52	1
4	1,55	1
5	1,53	1

ELEMENTO 9		
MUESTRA	To	V
1	1,58	1
2	1,65	1
3	1,62	1
4	1,59	1
5	1,60	1

ELEMENTO 10		
MUESTRA	To	V
1	1,54	1
2	1,52	1
3	1,49	1
4	1,53	1
5	1,54	1

ELEMENTO 11		
MUESTRA	To	V
1	0,70	1
2	0,68	1
3	0,66	1
4	0,69	1
5	0,68	1

ELEMENTO 12		
MUESTRA	To	V
1	0,089	1
2	0,090	1
3	0,088	1
4	0,083	1
5	0,085	1

## Anexo 82. Determinar número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
1,38	1,904
1,36	1,8496
1,33	1,7689
1,3	1,69
1,31	1,7161
<b>6,68</b>	<b>8,929</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 8,929) - (6,68)^2)}}{6,68} \right]^2 = 0,81$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
9,05	81,9025
8,95	80,1025
9,1	82,81
9,06	82,0836
9,02	81,3604
<b>45,18</b>	<b>408,259</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 408,259) - (45,18)^2)}}{45,18} \right]^2 = 0,049$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
9,15	83,7225
8,9	79,21
9,08	82,4464
9,12	83,1744
9,1	82,81
<b>45,35</b>	<b>411,363</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 411,363) - (45,35)^2)}}{45,35} \right]^2 = 0,149$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
9,3	86,49
9,2	84,64
9,25	85,5625
9,27	85,9329
9,24	85,3776
<b>46,26</b>	<b>428,003</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 428,003) - (46,26)^2)}}{46,26} \right]^2 = 0,020$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
3,08	9,4864
3,1	9,61
3,06	9,3636
3,1	9,61
3,11	9,6721
<b>15,45</b>	<b>47,7421</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 47,7421) - (15,45)^2)}}{15,45} \right]^2 = 0,05$$

ELEMENTO 6	
X	X <sup>2</sup>
3,5	12,25
3,62	13,1044
3,6	12,96
3,58	12,8164
3,55	12,6025
<b>17,85</b>	<b>63,7333</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 63,7333) - (17,85)^2)}}{17,85} \right]^2 = 0,22$$

ELEMENTO 7	
X	X <sup>2</sup>
6,08	36,9664
6,1	37,21
6,06	36,7236
6,1	37,21
6,11	37,3321
<b>30,45</b>	<b>185,442</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 185,442) - (30,45)^2)}}{30,45} \right]^2 = 0,013$$

ELEMENTO 8	
X	X <sup>2</sup>
1,58	2,4964
1,55	2,4025
1,52	2,3104
1,55	2,4025
1,53	2,3409
<b>7,73</b>	<b>11,9527</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 11,9527) - (7,73)^2)}}{7,73} \right]^2 = 0,284$$

ELEMENTO 9	
X	X <sup>2</sup>
1,58	2,4964
1,65	2,7225
1,62	2,6244
1,59	2,5281
1,6	2,56
<b>8,04</b>	<b>12,9314</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 12,9314) - (8,04)^2)}}{8,04} \right]^2 = 0,381$$

ELEMENTO 10	
X	X <sup>2</sup>
1,54	2,3716
1,52	2,3104
1,49	2,2201
1,53	2,3409
1,54	2,3716
<b>7,62</b>	<b>11,6146</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 11,6146) - (7,62)^2)}}{7,62} \right]^2 = 0,237$$

ELEMENTO 11	
X	X <sup>2</sup>
0,7	0,49
0,68	0,4624
0,66	0,4356
0,69	0,4761
0,68	0,4624
<b>3,41</b>	<b>2,3265</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 2,3265) - (3,41)^2)}}{3,41} \right]^2 = 0,605$$

ELEMENTO 12	
X	X <sup>2</sup>
0,089	0,00792
0,087	0,00757
0,088	0,00774
0,086	0,00739
0,085	0,00723
<b>0,435</b>	<b>0,03786</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 0,03786) - (0,435)^2)}}{0,435} \right]^2 = 0,634$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:**  $0,81 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 2:**  $0,049 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 3:**  $0,149 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 4:**  $0,020 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 5:**  $0,05 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 6:**  $0,22 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 7:**  $0,013 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 8:**  $0,284 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 9:**  $0,381 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 10:**  $0,237 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 11:**  $0,605 \approx 1$  muestra

**Para el Elemento 12:**  $0,634 \approx 1$  muestra



### Anexo 83. Tiempo observado y tiempo normal

ELEMENTO	Hrs	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	To	1,38	1,36	1,33	1,3	1,31	<b>1,336</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,38	1,36	1,33	1,3	1,31	
<b>2</b>	To	9,05	8,95	9,1	9,06	9,02	<b>9,036</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	9,05	8,95	9,1	9,06	9,02	
<b>3</b>	To	9,15	8,9	9,08	9,12	9,1	<b>9,07</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	9,15	8,9	9,08	9,12	9,1	
<b>4</b>	To	9,3	9,2	9,25	9,27	9,24	<b>9,252</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	9,3	9,2	9,25	9,27	9,24	
<b>5</b>	To	3,08	3,1	3,06	3,1	3,11	<b>3,09</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	3,08	3,1	3,06	3,1	3,11	
<b>6</b>	To	3,5	3,62	3,6	3,58	3,55	<b>3,57</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	3,5	3,62	3,6	3,58	3,55	
<b>7</b>	To	6,08	6,1	6,06	6,1	6,11	<b>6,09</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	6,08	6,1	6,06	6,1	6,11	
<b>8</b>	To	1,58	1,55	1,52	1,55	1,53	<b>1,546</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,58	1,55	1,52	1,55	1,53	
<b>9</b>	To	1,58	1,65	1,62	1,59	1,6	<b>1,608</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,58	1,65	1,62	1,59	1,6	
<b>10</b>	To	1,54	1,52	1,49	1,53	1,54	<b>1,524</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	1,54	1,52	1,49	1,53	1,54	
<b>11</b>	To	0,7	0,68	0,66	0,69	0,68	<b>0,682</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	0,7	0,68	0,66	0,69	0,68	
<b>12</b>	To	0,089	0,087	0,088	0,086	0,085	<b>0,087</b>
	V	1	1	1	1	1	
	TN	0,089	0,087	0,088	0,086	0,085	
<b>TN</b>							<b>46,891</b>

#### Anexo 84. Calcular los suplementos

A continuación se muestran los suplementos obtenidos para el área de bases metálicas.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	15	0,05	0,75
almuerzo	5	1	5
			5,75

48 —————> 100%

5,75 —————> x

$$\frac{5,75}{48} * 100 = 11,98 \%$$

#### Anexo 85. Calcular tiempo estándar

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{46,891}{(1 - 0.1198)} = 53,27$$

Se tiene un tiempo estándar de 53,27 horas que es muy similar al del método actual, con la diferencia que si medimos los resultado en términos de productividad tendríamos un aumento del 50% de productos terminados , es decir en el método actual se alcanzaban a realizar 32 bases con el nuevo método se hacen 48.

## Anexo 86. Estudio de tiempos mejora área de corte

Dividir la tarea en elementos

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Llevar material a la mesa
2	Repetitivo Manual	Buscar molde a trazar
3	Repetitivo, Manual, variable	Trazar molde
4	Repetitivo Manual,	Cortar material
5	Repetitivo, Manual,	Llevar a área de sellado y estampado

## Anexo 87. Tiempo observado y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 90%, debido a que el observador considera que el operario está terminando de conocer bien la nueva máquina de corte.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	2,02	0,9
2	2,04	0,9
3	1,98	0,9
4	2,03	0,9
5	2,04	0,9

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	2,05	0,9
2	2,06	0,9
3	2,04	0,9
4	2,06	0,9
5	2,07	0,9

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	15,05	0,9
2	15,02	0,9
3	14,97	0,9
4	15,04	0,9
5	15,01	0,9

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	5,03	0,9
2	5,02	0,9
3	5,05	0,9
4	5,06	0,9
5	5,04	0,9

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	1,02	0,9
2	1,04	0,9
3	1,06	0,9
4	1,03	0,9
5	1,01	0,9

### Anexo 88. Determinar el número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
2,02	4,0804
2,04	4,1616
1,98	3,9204
2,03	4,1209
2,04	4,1616
<b>10,11</b>	<b>20,4449</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{\frac{((5 * 20,4449) - (10,11)^2)}{10,11}}}{10,11} \right]^2 = 0,194$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
2,05	4,2025
2,06	4,2436
2,04	4,1616
2,06	4,2436
2,07	4,2849
<b>10,28</b>	<b>21,1362</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{\frac{((5 * 21,1362) - 10,28^2)}{10,28}}}{10,28} \right]^2 = 0,039$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
15,05	226,503
15,02	225,6
14,97	224,101
15,04	226,202
15,01	225,3
<b>75,09</b>	<b>1127,71</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{\frac{((5 * 1127,71) - (75,09)^2)}{75,09}}}{75,09} \right]^2 = 0,011$$

<b>ELEMENTO 4</b>	
<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
5,03	25,3009
5,02	25,2004
5,05	25,5025
5,06	25,6036
5,04	25,4016
<b>25,2</b>	<b>127,009</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 127,009) - (25,2)^2)}}{25,2} \right]^2 = 0,012$$

<b>ELEMENTO 5</b>	
<b>X</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
1,02	1,0404
1,04	1,0816
1,06	1,1236
1,03	1,0609
1,01	1,0201
<b>5,16</b>	<b>5,3266</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 5,3266) - (5,16)^2)}}{5,16} \right]^2 = 0,445$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,194 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,039 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,011 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:** 0,012 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 5:** 0,445 ≈ 1 muestra

## Anexo 89. Tiempo observado y tiempo normal

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	2,02	2,04	1,98	2,03	2,04	<b>1,8198</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	1,818	1,836	1,782	1,827	1,836	
<b>2</b>	<b>To</b>	2,05	2,06	2,04	2,06	2,07	<b>1,8504</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	1,845	1,854	1,836	1,854	1,863	
<b>3</b>	<b>To</b>	15,05	15,02	14,97	15,04	15,01	<b>13,5162</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	13,545	13,518	13,473	13,536	13,509	
<b>4</b>	<b>To</b>	5,03	5,02	5,05	5,06	5,04	<b>4,536</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	4,527	4,518	4,545	4,554	4,536	
<b>5</b>	<b>To</b>	1,02	1,04	1,06	1,03	1,01	<b>0,9288</b>
	<b>V</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
	<b>TN</b>	0,918	0,936	0,954	0,927	0,909	
<b>TN</b>							<b>22,6512</b>

Se encuentra un tiempo normal de operación de 22,65 minutos.

## Anexo 90. Calcular suplementos

A continuación se muestran de manera detallada los suplementos que se tiene en esta área.

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	4	5	20
almuerzo	1	60	60
			80

540 —————> 100%

80 —————> x

$$\frac{80}{540} * 100 = 14,81 \%$$

## Anexo 91. Calcular tiempo estándar

A continuación se calcula el tiempo estándar de operación, para el área de corte de materiales para forros.

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{22,6512}{(1 - 0.1481)} = 26,59$$

El tiempo estándar de operación para el área de corte de materiales para forros es de 26,59, es decir que contamos con una reducción de 80,27 minutos que es muy significativa en el proceso.

## Anexo 91. Estudio de tiempos mejorado área de sellado

Dividir la tarea en elementos

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Buscar <u>clicet</u>
2	Repetitivo Manual	Trazar molde en plantiespuma
3	Repetitivo, Manual, variable	Cortar plantiespuma
4	Repetitivo Manual,	Sellado, corte plantiespuma sobrante
5	Repetitivo, Manual,	Lleva a área de costura



## Anexo 92. Tiempo observado y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 100%.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	2,02	1
2	2,04	1
3	1,98	1
4	2,03	1
5	2,04	1

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	8,05	1
2	8,06	1
3	8,04	1
4	8,06	1
5	8,07	1

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	5,05	1
2	5,02	1
3	4,97	1
4	5,04	1
5	5,01	1

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	60,03	1
2	60,02	1
3	60,05	1
4	60,06	1
5	60,04	1

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	1,02	1
2	1,04	1
3	1,06	1
4	1,03	1
5	1,01	1

### Anexo 93. Determinar número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
2,02	4,0804
2,04	4,1616
1,98	3,9204
2,03	4,1209
2,04	4,1616
<b>10,11</b>	<b>20,4449</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 20,4449) - (10,11)^2)}}{10,11} \right]^2 = 0,194$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
8,05	64,8025
8,06	64,9636
8,04	64,6416
8,06	64,9636
8,07	65,1249
<b>40,28</b>	<b>324,496</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 324,496) - (40,28)^2)}}{40,28} \right]^2 = 0,001$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
5,05	25,5025
5,02	25,2004
4,97	24,7009
5,04	25,4016
5,01	25,1001
<b>25,09</b>	<b>125,906</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 125,906) - (25,09)^2)}}{25,09} \right]^2 = 0,056$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
60,07	3608,4
60,06	3607,2
60,05	3606
60,06	3607,2
60,04	3604,8
300,28	18033,62

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 18033,62) - (300,28)^2)}}{300,28} \right]^2 = 0,0004$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
1,02	1,0404
1,04	1,0816
1,06	1,1236
1,03	1,0609
1,01	1,0201
5,16	5,3266

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 5,3266) - (5,16)^2)}}{5,16} \right]^2 = 0,445$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,194 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,001 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,056 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:** 0,0004 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 5:** 0,445 ≈ 1 muestra

## Anexo 95. Tiempo normal de la operación

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	2,02	2,04	1,98	2,03	2,04	<b>2,022</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	2,02	2,04	1,98	2,03	2,04	
<b>2</b>	<b>To</b>	8,05	8,06	8,04	8,06	8,07	<b>8,056</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	8,05	8,06	8,04	8,06	8,07	
<b>3</b>	<b>To</b>	5,05	5,02	4,97	5,04	5,01	<b>5,018</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	5,05	5,02	4,97	5,04	5,01	
<b>4</b>	<b>To</b>	60,07	60,06	60,05	60,06	60,04	<b>60,056</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	60,07	60,06	60,05	60,06	60,04	
<b>5</b>	<b>To</b>	1,02	1,04	1,06	1,03	1,01	<b>1,032</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	1,02	1,04	1,06	1,03	1,01	
<b>TN</b>							<b>76,184</b>

## Anexo 96. Calcular suplementos

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	3	4	12
almuerzo	1	60	60
			72

540 —————> 100%

72 —————> x

$$\frac{72}{540} * 100 = 13,33 \%$$

### Anexo 97. Calcular tiempo estándar

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{76,184}{(1 - 0.1333)} = 87,90$$

El tiempo estándar de operación para el área de sellado es de 87,90 minutos, se encuentra una diferencia de 15 minutos, con respecto al método actual.

### Anexo 98. Estudio de tiempos mejorado área de costura

Dividir la tarea en elementos

ELEMENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Repetitivo, y Manual	Costura
2	Repetitivo Manual	Inspección
3	Repetitivo, Manual, variable	Corte de hilos
4	Repetitivo Manual, variable	Empacado
5	Repetitivo, Manual,	almacenaje

## Anexo 99. Tiempo observado y valoración de la actividad

Para la valoración de las actividades en cada elemento, se utilizó la Norma Británica, donde 0% = actividad nula, y 100% = ritmo normal; con base a esto se valoró el trabajo observado por elementos, para este caso se utiliza una valoración del 100%.

ELEMENTO 1		
MUESTRA	To	V
1	300,07	1
2	300,04	1
3	298,98	1
4	300,03	1
5	300,04	1

ELEMENTO 2		
MUESTRA	To	V
1	15,05	1
2	15,06	1
3	15,04	1
4	15,06	1
5	15,07	1

ELEMENTO 3		
MUESTRA	To	V
1	30,05	1
2	30,02	1
3	29,97	1
4	30,04	1
5	30,01	1

ELEMENTO 4		
MUESTRA	To	V
1	60,03	1
2	60,02	1
3	60,05	1
4	58,89	1
5	59,76	1

ELEMENTO 5		
MUESTRA	To	V
1	15,02	1
2	15,04	1
3	15,06	1
4	15,03	1
5	15,01	1

### Anexo 100. Determinar número de muestras necesarias

ELEMENTO 1	
X	X <sup>2</sup>
300,07	90042,00
300,04	90024,00
298,98	89389,04
300,03	90018,00
300,04	90024,00
<b>1499,16</b>	<b>449497,05</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 449497,05) - (1499,16)^2)}}{1499,16} \right]^2 = 0,003$$

ELEMENTO 2	
X	X <sup>2</sup>
15,05	226,50
15,06	226,80
15,04	226,20
15,06	226,80
15,07	227,10
<b>75,28</b>	<b>1133,42</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1133,42) - 75,28^2)}}{75,28} \right]^2 = 0,006$$

ELEMENTO 3	
X	X <sup>2</sup>
30,05	903,00
30,02	901,20
29,97	898,20
30,04	902,40
30,01	900,60
<b>150,09</b>	<b>4505,41</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 4505,41) - (150,09)^2)}}{150,09} \right]^2 = 0,002$$

ELEMENTO 4	
X	X <sup>2</sup>
60,03	3603,60
60,02	3602,40
60,05	3606,00
58,89	3468,03
59,76	3571,26
<b>298,75</b>	<b>17851,29</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 17851,29) - (298,75)^2)}}{298,75} \right]^2 = 0,008$$

ELEMENTO 5	
X	X <sup>2</sup>
15,02	225,60
15,04	226,20
15,06	226,80
15,03	225,90
15,01	225,30
<b>75,16</b>	<b>1129,81</b>

$$N = \left[ \frac{40 * \sqrt{((5 * 1129,81) - (75,16)^2)}}{75,16} \right]^2 = 0,006$$

De acuerdo a los resultados obtenidos el número de muestras para cada uno de los elementos queda de la siguiente manera.

**Para el Elemento 1:** 0,003 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 2:** 0,006≈ 1 muestra

**Para el Elemento 3:** 0,002 ≈ 1 muestra

**Para el Elemento 4:**0,008≈1 muestra

**Para el Elemento 5:**0,006≈1 muestra



## Anexo 101. Tiempo normal de la operación

ELEMENTO	Min	1	2	3	4	5	TN
<b>1</b>	<b>To</b>	300,07	300,04	298,98	300,03	300,04	<b>299,832</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	300,07	300,04	298,98	300,03	300,04	
<b>2</b>	<b>To</b>	15,05	15,06	15,04	15,06	15,07	<b>15,056</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	15,05	15,06	15,04	15,06	15,07	
<b>3</b>	<b>To</b>	30,05	30,02	29,97	30,04	30,01	<b>30,018</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	30,05	30,02	29,97	30,04	30,01	
<b>4</b>	<b>To</b>	60,03	60,02	60,05	58,89	59,76	<b>59,75</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	60,03	60,02	60,05	58,89	59,76	
<b>5</b>	<b>To</b>	15,02	15,04	15,06	15,03	15,01	<b>15,032</b>
	<b>V</b>	1	1	1	1	1	
	<b>TN</b>	15,02	15,04	15,06	15,03	15,01	
<b>TN</b>							<b>419,688</b>

## Anexo 102. Calcular suplementos

Actividad	Frecuencia	tiempo	Total
Idas al baño	4	3,5	14
almuerzo	1	60	60
			74

540 —————> 100%

74 —————> x

$$\frac{74}{540} * 100 = 13,70 \%$$

### Anexo 103. Calcular tiempo estándar

$$TE = \frac{TN}{(1 - \%S)}$$

$$TE = \frac{419,688}{(1 - 0.1370)} = 486,31$$

El tiempo estándar para el área de costura es de 486,31 minutos que representa una cantidad de 60 forros terminados y empacados, es decir una diferencia de 40 forros.

### Anexo 104. Cuadro resumen elaboración bases metálicas

Diagrama de proceso actual			Diagrama de proceso mejorado		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	EVENTO	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	11	44,666 hrs	Operaciones	11	44,42 hrs
Inspecciones	1	0,25 hrs	Inspecciones	1	0,25 hrs
TOTAL		44,916 hrs	TOTAL Aprox.		44,67 hrs
Tiempo estándar actual			Tiempo estándar mejorado		
53,14 hrs			53,27 hrs		

**%Variación** DIAGRAMA= (Tiempo final – Tiempo inicial) / Tiempo Final

**%Variación** TiempoE= (44,67 – 44,91) / 44,67

**%Variación** TiempoE= - 0,54%

**%Variación** TiempoE= (Tiempo final – Tiempo inicial) / Tiempo Final

**%variación** DIAGRAMA= (53,27 – 53,14) / 53,27

**%variación** DIAGRAMA= 0,24%

Aparentemente no hubo cambios muy significativos en los tiempos, sin embargo la eficiencia del proceso aumento en un 50%, es decir en el método actual se realizaban 32 bases, con las mejoras adoptadas se hacen 48 bases.

#### Anexo 105. Cuadro resumen elaboración de forros

Diagrama de proceso actual			Diagrama de proceso mejorado		
EVENTO	NUMERO	TIEMPO	EVENTO	NUMERO	TIEMPO
Operaciones	13	634	Operaciones	12	561
Inspecciones	4	21	Inspecciones	4	21
TOTAL		655	TOTAL		582
Tiempo estándar actual			Tiempo estándar mejorado		
679,27 min			600,8 min		

**%Variación** <sub>DIAGRAMA</sub> = (Tiempo final – Tiempo inicial) / Tiempo Final

**%Variación** <sub>TiempoE</sub> = (582 – 655) / 582

**%Variación** <sub>TiempoE</sub> = -12,54%

**%Variación** <sub>TiempoE</sub> = (Tiempo final – Tiempo inicial) / Tiempo Final

**%variación** <sub>DIAGRAMA</sub> = (600,8 – 679,27) / 600,08

**%variación** <sub>DIAGRAMA</sub> = -13,20%

Aparentemente no hubo cambios muy significativos en los tiempos, sin embargo la eficiencia del proceso aumento en un 200%, es decir en el método actual se realizaban 20 forros terminados y empacados, con las mejoras adoptadas se hacen 60 forros.

## **Anexo 106. Calculo de productividades**

Para el mes de Julio de 2013 se obtuvo la siguiente producción en cada una de las áreas:

<b>Área</b>	<b>Producción</b>	<b>Costo de pn</b>	<b>Costo Operarios</b>
<b>Espumas</b>	1280	6750	650000
<b>Bases</b>	320	7125	850000
<b>Forros</b>	480	3775	1800000

**Productividad** <sub>MO</sub>: Producción / Mano de obra

$$P_{MO}: (1280 \cdot 6750) / (650000)$$

$$P_{MO}: 13,29$$

Por cada hombre se obtiene \$13,29 en unidades terminadas de espumas.

**Productividad** <sub>MO</sub>: Producción / Mano de obra

$$P_{MO}: (320 \cdot 7125) / (850000)$$

$$P_{MO}: 2,68$$

Por cada hombre se obtiene \$2,68 en unidades terminadas de bases metálicas.

**Productividad** <sub>MO</sub>: Producción / Mano de obra

$$P_{MO}: (480 \cdot 3735) / (1800000)$$

$$P_{MO}: 1$$

Por cada hombre se obtiene \$1 en unidades terminadas de forros.

Para el mes de Octubre de 2013 se obtuvo la siguiente producción en cada una de las áreas:

Área	Producción	Costo de pn	Costo Operarios
<b>Espumas</b>	1800	6750	650000
<b>Bases</b>	480	7125	850000
<b>Forros</b>	1440	3775	1800000

**Productividad**  $P_{Mo}$ : Producción / Mano de obra

$$P_{Mo}: (1800 \cdot 6750) / (650000)$$

$$P_{Mo}: 18,69$$

Por cada hombre se obtiene \$18,69 en unidades terminadas de espumas.

**Productividad**  $P_{Mo}$ : Producción / Mano de obra

$$P_{Mo}: (480 \cdot 7125) / (850000)$$

$$P_{Mo}: 4,02$$

Por cada hombre se obtiene \$4,02 en unidades terminadas de bases metálicas.

**Productividad**  $P_{Mo}$ : Producción / Mano de obra

$$P_{Mo}: (1440 \cdot 3735) / (1800000)$$

$$P_{Mo}: 2,98$$

Por cada hombre se obtiene \$2,98 en unidades terminadas de forros.

A continuación se halla el porcentaje de variación de la productividad de mano de obra entre los meses de Julio y Octubre de 2013

$$\% \text{Variación} = (I_A - I_{AN}) / I_{AN}$$

$$\% \text{Variación}_{\text{Espumas}} = (18,69 - 13,29) / 13,29$$

$$\% \text{Variación}_{\text{Espumas}} = 40,63\%$$

Se obtiene una variación del 40,63% en la producción de la mano de obra entre los meses de julio y octubre de 2013

$$\% \text{Variación} = (I_A - I_{AN}) / I_{AN}$$

$$\% \text{Variación}_{\text{Bases}} = (4,02 - 2,68) / 2,68$$

$$\% \text{Variación}_{\text{Bases}} = 50\%$$

Se obtiene una variación del 50% en la producción de la mano de obra entre los meses de julio y octubre de 2013

$$\% \text{Variación} = (I_A - I_{AN}) / I_{AN}$$

$$\% \text{Variación}_{\text{Forros}} = (2,98 - 1) / 1$$

$$\% \text{Variación}_{\text{Forros}} = 198\%$$

Se obtiene una variación del 198% en la producción de la mano de obra entre los meses de julio y octubre de 2013

**Anexo 107. Formato para indicadores**

A cada uno de los operarios se le entregara un formato, el cual deberán diligenciar diariamente para poder controlar el proceso y tener actualizados los indicadores, ya que de esta forma se podrá actuar en caso de que la producción no se desarrolle de una forma normal.



<b>AREA DE ESPUMAS</b>	
<b>SEMANA DEL 17 AL 22 DE MARZO</b>	
<b>Encargado:</b>	-----

Referencia	Orden de pn	Producido	defectuoso